

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4838774号
(P4838774)

(45) 発行日 平成23年12月14日(2011.12.14)

(24) 登録日 平成23年10月7日(2011.10.7)

(51) Int.Cl.		F I	
G 1 0 L	19/00	(2006.01)	G 1 0 L 19/00 2 1 3
G 1 0 L	11/00	(2006.01)	G 1 0 L 11/00 1 0 1 C
G 1 0 L	19/06	(2006.01)	G 1 0 L 19/00 2 2 O F
H O 3 M	7/30	(2006.01)	G 1 0 L 19/06 B
			H O 3 M 7/30 Z

請求項の数 22 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2007-187684 (P2007-187684)
 (22) 出願日 平成19年7月18日(2007.7.18)
 (65) 公開番号 特開2009-25497 (P2009-25497A)
 (43) 公開日 平成21年2月5日(2009.2.5)
 審査請求日 平成21年7月29日(2009.7.29)

(73) 特許権者 000004226
 日本電信電話株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
 (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
 (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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチチャンネル線形予測符号化の予測係数決定方法及び装置、プログラム、記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マルチチャンネル時系列信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測係数を決定する方法であり、

予測係数決定手段が、該チャンネルの時系列信号について第1の線形予測分析を行い、予め決めた範囲の各予測次数のうち、予測係数の係数符号量または推定符号量と、予測残差の残差符号量または推定符号量、の合計が最小となる次数を第1の最適予測次数として求め、求めた第1の最適予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し上記第1の線形予測分析とは異なる、全次の線形予測係数を求める分析を行なって求めた予測係数を該チャンネルの最適予測係数とする

ことを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項2】

マルチチャンネル時系列信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測係数を決定する方法であり、

(a) 線形予測分析手段が、該チャンネルの時系列信号について第1の線形予測分析を行い、予め決めた範囲の各予測次数のうち、予測係数の係数符号量または推定符号量と、予測残差の残差符号量または推定符号量、の合計が最小となる次数を第1の最適予測次数として求め、求めた第1の最適予測次数を含む予め決めた範囲の各予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し上記第1の線形予測分析とは異なる、全次の線形予測係数を求める分析を行なって予測係数を求め、さらに、該予測係数の符号量または推定符号量と、予

測残差の残差符号量または推定符号量と、を求めるステップと、

(b) 最適次数探索手段が、上記係数の符号量または推定符号量と、上記残差符号量または推定符号量と、の合計が最小となる予測次数を第2の最適予測次数と決定するステップと、

(c) 最適係数決定手段が、上記ステップ(a)で求めた予測係数のうち、上記第2の最適予測次数に対応する線形予測係数を最適予測係数とするステップ、
とを含むことを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項3】

マルチチャンネル時系列信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測係数を決定する方法であり、

予測係数決定手段が、該チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し全次の線形予測係数を求める分析を行なって求めた予測係数を該チャンネルの最適予測係数とする
ことを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項4】

マルチチャンネル時系列信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測係数を決定する方法であり、

(a) 線形予測分析手段が、該チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数を含む予め決めた範囲の各予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し全次の線形予測係数を求める分析を行なって予測係数を求め、さらに、該予測係数の符号量または推定符号量と、予測残差の符号量または推定符号量と、を求めるステップと、

(b) 最適次数探索手段が、上記係数の符号量または推定符号量と、上記残差符号量または推定符号量と、の合計が最小となる予測次数を該チャンネルの最適予測次数と決定するステップと、

(c) 最適係数決定手段が、上記ステップ(a)で求めた予測係数のうち、該チャンネルの最適予測次数に対応する線形予測係数を最適予測係数とするステップ、
とを含むことを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項5】

請求項3記載の予測係数決定方法において、

最適予測係数を決定する対象以外の複数個のチャンネルの最適予測次数の統計的な代表値を上記該チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数とすることを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項6】

請求項4記載の予測係数決定方法において、

最適予測係数を決定する対象以外の複数個のチャンネルの最適予測次数の統計的な代表値を上記該チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数とすることを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項7】

請求項4または6記載の予測係数決定方法において、

最適予測係数を決定する対象以外の複数個のチャンネルについて求めた最適予測次数の統計的分布に基づく値を P_b 及び P_t 、上記該チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数を P_0 としたとき、上記予め決めた範囲の代わりに $P_0 - P_b$ から $P_0 + P_t$ までの範囲を用いることを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項8】

請求項7記載の予測係数決定方法において、上記 P_b 及び P_t は上記複数個のチャンネルについて得られた最適予測次数の標準偏差に最も近い整数であることを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項9】

請求項7又は8記載の予測係数決定方法において、上記 $P_0 - P_b$ が予め設定した下限値を下回る場合は、上記予め設定した下限値を上記 $P_0 - P_b$ の代わりに範囲の下限として用

10

20

30

40

50

い、及び/又は上記 $P_0 + P_1$ が予め設定した上限値を上回る場合は、上記予め設定した上限値を上記 $P_0 + P_1$ の代わりに範囲の上限値として用いることを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項 10】

請求項 1 または 2 記載の予測係数決定方法において、

上記第 1 の線形予測分析は、低次から順次次数を増加させながら、順次増加させた次数分のみの線形予測係数を求める分析手順であることを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 4 の何れか記載の予測係数決定方法において、

上記第 1 の線形予測分析は、該チャンネルの線形予測残差が最小となる基準で線形予測係数を求める分析手順であり、

上記全次の線形予測係数を求める分析は、予測次数毎に全次の線形予測係数を該チャンネルの線形予測残差と他チャンネルの線形予測残差との重み付き差分が最小となる基準で決める分家器手順である

ことを特徴とする予測係数決定方法。

【請求項 12】

マルチチャンネル時系列信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測係数を決定する装置であり、

該チャンネルの時系列信号について第 1 の線形予測分析を行い、予め決めた範囲の各予測次数のうち、予測係数の係数符号量または推定符号量と、予測残差の残差符号量または推定符号量、の合計が最小となる次数を第 1 の最適予測次数として求め、求めた第 1 の最適予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し上記第 1 の線形予測分析とは異なる、全次の線形予測係数を求める分析を行なって求めた予測係数を該チャンネルの最適予測係数とする手段、

を含むことを特徴とする予測係数決定装置。

【請求項 13】

マルチチャンネル時系列信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測係数を決定する装置であり、

該チャンネルの時系列信号について第 1 の線形予測分析を行い、予め決めた範囲の各予測次数のうち、予測係数の係数符号量または推定符号量と、予測残差の残差符号量または推定符号量、の合計が最小となる次数を第 1 の最適予測次数として求め、求めた第 1 の最適予測次数を含む予め決めた範囲の各予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し上記第 1 の線形予測分析とは異なる、全次の線形予測係数を求める分析を行なって予測係数を求め、さらに、該予測係数の符号量または推定符号量と、予測残差の残差符号量または推定符号量と、を求める手段と、

上記係数の符号量または推定符号量と、上記残差符号量または推定符号量と、の合計が最小となる予測次数を第 2 の最適予測次数と決定する手段と、

上記厳密な線形予測分析により求めた予測係数のうち、上記第 2 の最適予測次数に対応する線形予測係数を最適予測係数とする手段、

とを含むことを特徴とする予測係数決定装置。

【請求項 14】

マルチチャンネル時系列信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測係数を決定する装置であり、

該チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し全次の線形予測係数を求める分析を行なって求めた予測係数を該チャンネルの最適予測係数とする手段、

を含むことを特徴とする予測係数決定装置。

【請求項 15】

マルチチャンネル時系列信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測係数を決定する装置

10

20

30

40

50

であり、

該チャンネル以外のチャンネルについて得られた第1の最適予測次数を含む予め決めた範囲の各予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し全次の線形予測係数を求める分析を行なって予測係数を求め、さらに、該予測係数の符号量または推定符号量と、予測残差の符号量または推定符号量とを求める手段と、

上記係数の符号量または推定符号量と、上記残差符号量または推定符号量と、の合計が最小となる予測次数を該チャンネルの最適予測次数と決定する手段と、

上記全次の線形予測係数を求める分析により求めた予測係数のうち、該チャンネルの最適予測次数に対応する線形予測係数を最適予測係数とする手段、

とを含むことを特徴とする予測係数決定装置。

10

【請求項16】

請求項14記載の予測係数決定装置において、

最適予測係数を決定する対象以外の複数個のチャンネルの最適予測次数の統計的な代表値を上記外チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数とする

ことを特徴とする予測係数決定装置。

【請求項17】

請求項15記載の予測係数決定装置において、

最適予測係数を決定する対象以外の複数個のチャンネルの最適予測次数の統計的な代表値を上記外チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数とする

ことを特徴とする予測係数決定装置。

20

【請求項18】

請求項15または17記載の予測係数決定装置において、

最適予測係数を決定する対象以外の複数個のチャンネルについて求めた最適予測次数の統計的分布に基づく値を P_b 及び P_t 、上記該チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数を P_0 としたとき、上記予め決めた範囲の代わりに $P_0 - P_b$ から $P_0 + P_t$ までの範囲を用いることを特徴とする予測係数決定装置。

【請求項19】

請求項18記載の予測係数決定装置において、上記 P_b 及び P_t は上記複数個のチャンネルについて得られた最適予測次数の標準偏差に最も近い整数であることを特徴とする予測係数決定装置。

30

【請求項20】

請求項18又は19記載の予測係数決定装置において、上記 $P_0 - P_b$ が予め設定した下限値を下回る場合は、上記予め設定した下限値を上記 $P_0 - P_b$ の代わりに範囲の下限として用い、及び / 又は上記 $P_0 + P_t$ が予め設定した上限値を上回る場合は、上記予め設定した上限値を上記 $P_0 + P_t$ の代わりに範囲の上限値として用いることを特徴とする予測係数決定装置。

【請求項21】

コンピュータを請求項12乃至20のいずれか記載の予測係数決定装置として機能させるためのプログラム。

【請求項22】

コンピュータを請求項12乃至20の何れか記載の予測係数決定装置として機能させるためのプログラムを記録したコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、マルチチャンネル線形予測符号化における予測係数決定方法及びそれを使った符号化方法と符号化装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の線形予測符号化では、非特許文献1に記載されているような F P E (Final Predi

50

ction Error: 最終予測誤差)やA I C (Akaike Information Criterion: 赤池情報量基準)を用いて、予測次数を決定していた。また、非特許文献2に記載されているような、MDL原理(Minimum Description Length Principle)を下に、予測次数を決定する方法もある。MDL原理は、

$$(\text{符号語長}) = (\text{モデルの記述長}) + (\text{そのモデルによるデータの記述長}) \quad (1)$$

となる。ロスレス符号化で使われる言葉で言い換えると、

$$(\text{ロスレスで復号するために必要な符号量}) = (\text{PARCOR係数に必要な符号量}) + (\text{予測残差に必要な符号量}) \quad (2)$$

となる。図1に模式的に示すように、PARCOR係数に必要な符号量は直線1Aで示すように予測次数に比例して増加する。1フレームあたりのサンプル数をNとすると、1フレームあたりの信号のエネルギーは $\sum_{n=1}^N x_n^2$ で表され、それをNで割り算して得られる1サンプルあたりのエネルギー

【0003】

【数1】

$$\sigma^2 = \left(\sum_{n=1}^N x_n^2 \right) / N \quad (3)$$

は分散を表す。 σ^2 を分散とするガウス分布の最大エントロピーは

$$H(x) = \log_2 \sqrt{2\pi e \sigma^2} \quad (4)$$

で表され、従って、分散 σ^2 が小さければエントロピーも小さい。ロスレス符号化であるエントロピー符号化においては、エントロピーは1サンプルあたりのビット数に対応し、ビット数は符号量に対応する。従って、予測残差のフレームあたりの符号量は予測残差のフレームあたりのエネルギーに対応する。一般に、線形予測の分析次数を高くすれば予測残差のエネルギーは小となる(平均振幅が小となる)ので、図1に曲線1Bで示すように予測次数が大となるにつれ、予測残差を符号化した場合の符号量は対数的に減少する。

【0004】

ロスレス復号するために必要な符号量は直線1Aと曲線1Bの和である曲線1Cに示すように、ある予測次数 P_0 で符号量が最小となる特徴を示す。つまり、予測次数を増加させるほど予測残差に必要な符号量は減少するが、その分PARCOR係数に必要な符号量が増加してしまうため、予測次数を増加させてもロスレス復号するための線形予測符号化に必要な符号量を減少させることは限らない。そこで、式(2)を用いて、ロスレス復号するために必要な符号量が最小となる予測次数(最適予測次数) P_0 を計算し、この最適予測次数 P_0 を用いて圧縮符号化を行っていた。

【0005】

図2は従来の典型的な2チャンネルの線形予測符号化装置の機能構成図を示す。一般的なマルチチャンネル線形予測符号化では、各チャンネル信号は別々に線形予測分析を行ないそれぞれ予測係数の符号(以下、係数符号と呼ぶ)と予測残差の符号(以下、残差符号と呼ぶ)を出力している。ただし、非特許文献3に記載されているように、入力マルチチャンネル信号としては、予めいずれか1つのチャンネルを親チャンネルとし、他を子チャンネルとし、各子チャンネルは親チャンネル信号との差分信号を子チャンネル信号として入力する場合もある。

図2の線形予測符号化装置の右チャンネル符号化構成は、右チャンネル入力信号 $x^R(n)$ を線形予測分析してPARCOR係数 K^R を出力する線形予測分析部11Rと、PARCOR係数 K^R を量子化して量子化済PARCOR係数 K'^R を出力する量子化部12Rと、量子化済PARCOR係数 K'^R を線形予測係数 a'^R に変換する逆変換部13Rと、線形予測係数 a'^R を使って入力信号 $x^R(n)$ を線形予測フィルタ処理して予測残差 $e^R(n)$ を出力する線形予測フィルタ14Rと、量子化済PARCOR係数 K'^R を符号化して係数符号 C_k^R を出力する係数符号化部21Rと、予測残差 $e^R(n)$ を符号化して残差符号 C_e^R を出力する残差符号化部22Rと、係数符号 C_k^R と残差

10

20

30

40

50

符号 C_e^R とを合成して合成符号 C_g^R を出力する符号合成部23Rとから構成されている。

【0006】

左チャネル符号化構成も同様であり、線形予測分析部11Lと、量子化部12Lと、逆変換部13Lと、線形予測フィルタ14Lと、係数符号化部21Lと、残差符号化部22Lと、符号合成部23Lとから構成されている。

図2では各チャネルで閉じた(独立した)線形予測分析を行っており、したがって右チャネルについてのみ説明する。

線形予測分析部11Rにおいては、入力信号 $x^R(n)$ をフレーム毎に線形予測分析するが、その線形予測分析の最適予測次数 P_0 の決定方法を図3を参照して説明する。

【0007】

Step11: 共分散法又は数値計算による方法のような、厳密な手法により予め決めた最小予測次数 P_{min} から最大予測次数 P_{max} までの各予測次数での入力信号の線形予測分析を行ない、線形予測係数を算出する。

Step20: 予め決めた最小予測次数 P_{min} から最大予測次数 P_{max} までの各予測次数の場合の(量子化済)PARCOR係数を符号化して係数符号量を求める。

Step30: 最小予測次数 P_{min} から最大予測次数 P_{max} までの各予測次数の場合の予測残差符号量を求める。

【0008】

Step40: 係数符号量と残差符号量との合計が最小となる予測次数を最適予測次数 P_0 と決める。

Step50: 決定された最適予測次数 P_0 のときの線形予測係数を最適な予測係数として出力する。

【非特許文献1】尾崎統、北川源四郎、“時系列解析の方法”、朝倉書店、pp.82-92

【非特許文献2】“情報源符号化=無歪データ圧縮”、培風館、pp.114-115

【非特許文献3】“チャネル間相関を用いた多チャネル信号の可逆圧縮符号化”、情報処理学会論文誌、Vol.46, No. 5, pp.1118-1128.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

図2における線形予測分析部11Rはこのようにして最適予測次数 P_0 を決定し、最適予測次数 P_0 の場合のStep10で得られた線形予測係数をPARCOR係数 K^R に変換して出力する。この方法によれば、より精度の高い線形予測係数を求めることができるが、各予測次数 P_n ごとに P_n 個の全係数を計算する必要があり、必要な演算処理量が圧倒的に大となる欠点がある。

この発明の目的は、マルチチャネル線形予測符号化において、演算処理量が少なく、かつより正確な予測係数を決定できる予測係数決定方法及び装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明の第1の観点によれば、マルチチャネル時系列信号中の何れかのチャネルに対する最適予測係数を決定する方法は、

該チャネルの時系列信号について第1の線形予測分析を行い、予め決めた範囲の各予測次数のうち、予測係数の係数符号量または推定符号量と、予測残差の残差符号量または推定符号量、の合計が最小となる次数を第1の最適予測次数として求め、求めた第1の最適予測次数について、該チャネルの時系列信号に対し上記第1の線形予測分析とは異なる、全次の線形予測係数を求める分析を行なって求めた予測係数を該チャネルの最適予測係数とすることを特徴とする。

この発明の第2の観点によれば、マルチチャネル時系列信号中の何れかのチャネルに対する最適予測係数を決定する方法は、

(a) 該チャネルの時系列信号について第1の線形予測分析を行い、予め決めた範囲の各予測次数のうち、予測係数の係数符号量または推定符号量と、予測残差の残差符号量また

10

20

30

40

50

は推定符号量、の合計が最小となる次数を第1の最適予測次数として求め、求めた第1の最適予測次数を含む予め決めた範囲の各予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し上記第1の線形予測分析とは異なる、全次の線形予測係数を求める分析を行なって予測係数を求め、さらに、該予測係数の符号量または推定符号量と、予測残差の残差符号量または推定符号量と、を求めるステップと、

(b) 上記係数の符号量または推定符号量と、上記残差符号量または推定符号量と、の合計が最小となる予測次数を第2の最適予測次数と決定するステップと、

(c) 上記ステップ(a)で求めた予測係数のうち、上記第2の最適予測次数に対応する線形予測係数を最適予測係数とするステップ、
とを含むことを特徴とする。

10

【0011】

この発明の第3の観点によれば、マルチチャンネル時系列信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測係数を決定する方法は、

該チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し全次の線形予測係数を求める分析を行なって求めた予測係数を該チャンネルの最適予測係数とすることを特徴とする。

この発明の第4の観点によれば、マルチチャンネル時系列信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測係数を決定する方法は、

(a) 該チャンネル以外のチャンネルについて得られた最適予測次数を含む予め決めた範囲の各予測次数について、該チャンネルの時系列信号に対し全次の線形予測係数を求める分析を行なって予測係数を求め、さらに、該予測係数の符号量または推定符号量と、予測残差の符号量または推定符号量と、を求めるステップと、

20

(b) 上記係数の符号量または推定符号量と、上記残差符号量または推定符号量と、の合計が最小となる予測次数を該チャンネルの最適予測次数と決定するステップと、

(c) 上記ステップ(a)で求めた予測係数のうち、該チャンネルの最適予測次数に対応する線形予測係数を最適予測係数とするステップ、
とを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

この発明によれば、同一チャンネルについて別の方法で求めた最適予測次数または他チャンネルで決めた最適予測次数を利用して、厳密な線形予測分析により最適予測次数を決めるので、正確な予測係数を少ない演算量で決めることができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図4はこの発明による最適予測係数決定方法の一実施例を示す処理手順を示す。

Step400：他チャンネルについて求めた最適予測次数 P_0 、または、自チャンネルについて下記のStep510とは別の方法で求めた最適予測次数 P_0 、を厳密な手法による最適次数探索の初期値 P_0 とする。

Step510：予め設定した探索範囲 $P_0 - P_v \sim P_0 + P_v$ の各予測次数について共分散法又は数値計算法などの厳密な手法により線形予測係数を算出する。ここで、 P_v は例えば $0 < P_v < (P_{min} + P_{max})/2$ の範囲の予め決めた整数である。また、予め設定した探索範囲は最適次数探索の初期値 P_0 を中心とする範囲を対称とせず、例えば $P_0 - P_b \sim P_0 + P_t$ というように非対称な範囲としてもよい。ここで、 P_b 及び P_t は、 $0 < P_b < P_0 - P_{min}$ 、 $0 < P_t < P_{max} - P_0$ 、 $P_b < P_t$ の範囲で予め決めた整数である。

40

【0014】

Step520：上記探索範囲の各予測次数での係数符号を求め、係数符号量を求める。ここで、係数符号量は実際に係数を符号化して求めた符号量でなくても、例えば、予測次数から推定される推定係数符号量や、予測次数と各予測係数の絶対値などから推定される推定係数符号量を係数符号量として用いてもよい。

Step530：上記探索範囲の各予測次数での残差符号量を求める。ここで、残差符号量は

50

実際に予測残差を符号化して求めた符号量でなくとも、例えば、予測残差のパワーや絶対値和などから推定した推定残差符号量を残差符号量として用いてもよい。

【 0 0 1 5 】

Step540：Step520で得られた係数符号量とStep530で得られた残差符号量との合計が最小となる予測次数を最適予測次数 P_v と決定する。

Step550：最適予測次数 P_v のときの線形予測係数を最適な予測係数と決定する。

いま、あるチャンネルの最適な予測次数での予測係数と予測残差を図4のStep510～Step550で共分散法や数値計算法のような厳密な手法に基づく線形予測分析（以下、厳密法と呼ぶ）により決める場合、そのチャンネルを自チャンネルとすると、Step400における予測次数 P_0 は自チャンネルについて得たものでもよいし、他チャンネルについて求めたものでもよい。また、予測次数 P_0 の求め方は、Levinson-Durbin法やBurg法のように、低次から順次次数を増加させながら、順次増加させた次数分のみのPARCOR係数または線形予測係数を求める逐次的方法（以下、逐次法と呼ぶ）でもよいし、共分散法や数値計算法のように、予測次数ごとに全次の線形予測係数またはPARCOR係数を求める厳密法でもよい。

【 0 0 1 6 】

図5Aは、図4のStep400において逐次法を用いた場合の例をStep400Aとして示す。

ステップ410A：Levinson-Durbin法又はBurg法のような逐次法により最大予測次数 P_{max} までのPARCOR係数を算出する。

Step420A：予め決めた範囲 $P_{min} \sim P_{max}$ の各予測次数の場合のPARCOR係数の係数符号量を求める。

Step430A：範囲 $P_{min} \sim P_{max}$ の各予測次数の場合の残差符号量を求める。

Step440A：係数符号量と残差符号量の合計が最小となる予測次数を最適予測次数探索の初期値 P_0 とする。

【 0 0 1 7 】

図5Bは、図4のStep400において厳密法を用いた場合の例をStep400Bとして示す。

Step410B：共分散法又は数値計算法のような厳密な手法により予め決めた範囲 $P_{min} \sim P_{max}$ の各予測次数の場合の線形予測係数を求め、PARCOR係数に変換する。

Step420B：範囲 $P_{min} \sim P_{max}$ の各予測次数の場合の係数符号量を求める。

Step430B：範囲 $P_{min} \sim P_{max}$ の各予測次数の場合の残差符号量を求める。

Step440B：係数符号量と残差符号量の合計が最小となる予測次数を最適予測次数探索の初期値 P_0 とする。

【 0 0 1 8 】

この発明で実施可能な組み合わせの例を以下に示す。ただし、Step400をAで表し、Step510～step550をBで表す。また、マルチチャンネル符号化において、後述のように自チャンネル単独で厳密法による線形予測分析を行なう場合と、他チャンネルとの相互相関を考慮した厳密法による線形予測分析を行なう場合があり、前者を「単独厳密法」、後者を「相関厳密法」と表す。ここで、他チャンネルとの相関を考慮した厳密法とは、例えば鎌本、原田、守谷「MPEG-4 ALSのマルチチャンネル符号化に対応した線形予測分析」、日本音響学会講演論文集、1-1-4、2007年3月13日、（以下「参考文献1」と呼ぶ）に記載されている、予測次数毎に全次の線形予測係数を自チャンネルの線形予測残差と他チャンネルの線形予測残差との重み付き差分が最小となる基準で線形予測係数を求める分析方法をさす。

【 0 0 1 9 】

- | | | |
|-----|-----------------|----------------|
| (a) | A：他チャンネルで逐次法； | B：自チャンネルで単独厳密法 |
| (b) | A：他チャンネルで逐次法； | B：自チャンネルで相関厳密法 |
| (c) | A：他チャンネルで単独厳密法； | B：自チャンネルで単独厳密法 |
| (d) | A：他チャンネルで単独厳密法； | B：自チャンネルで相関厳密法 |
| (e) | A：他チャンネルで相関厳密法； | B：自チャンネルで単独厳密法 |
| (f) | A：他チャンネルで相関厳密法； | B：自チャンネルで相関厳密法 |
| (g) | A：自チャンネルで逐次法； | B：自チャンネルで単独厳密法 |
| (h) | A：自チャンネルで逐次法； | B：自チャンネルで相関厳密法 |

10

20

30

40

50

(i) A : 自チャネルで単独厳密法 ; B : 自チャネルで相関厳密法

上記組み合わせのいずれの場合でも、Step510～Step540を実施する代わりに初期値 P_0 をそのまま最適次数 P_v として、最適次数 P_v について自チャネルで単独又は相関厳密法により予測係数を決定してもよい。これは、 $P_v = 0$ とにおいてStep510～Step540を実施することに対応する。

【 0 0 2 0 】

図4のStep530における各予測次数での残差符号量を求める方法は、例えば得られた線形予測係数またはその予測係数を量子化した量子化済線形予測係数を使って入力信号に対し線形予測フィルタ処理を行って予測残差を求め、その予測残差を符号化して符号量を得る方法が一般的である。

残差符号量を推定する方法としては、例えば各予測次数で得られた線形予測係数をPARCOR係数に変換し、PARCOR係数を使って求まる予測残差のエネルギーから符号量を推定する方法がある。例えば、入力信号 $x(n)$ の1フレームあたりのエネルギー $E(0)$ は

【 0 0 2 1 】

【 数 2 】

$$E(0) = \sum_{n=1}^N \{x(n)\}^2 \quad (5)$$

となる。1次のPARCOR係数 $k(1)$ を用いて、1次の線形予測を行ったときの予測残差のエネルギー $E(1)$ は、

$$E(1) = E(0) \{1 - k(1)^2\} \quad (6)$$

となる。2次の線形予測を行ったときの予測残差のエネルギー $E(2)$ は、

$$E(2) = E(1) \{1 - k(2)^2\} \quad (7)$$

となる。これを P_{max} まで繰り返すと、 P_{max} 次の線形予測を行ったときの予測残差のエネルギー $E(P_{max})$ は、

【 0 0 2 2 】

【 数 3 】

$$E(P_{max}) = E(0) \prod_{h=1}^{P_{max}} \{1 - k(h)^2\} \quad (8)$$

となるので、それぞれの予測次数での残差エネルギーで予測残差の符号量を近似できる。

【 0 0 2 3 】

< 第1実施例 >

図4に示した方法を2チャンネル線形予測符号化装置に適用した例を図6に示す。

例えばコンパクトディスク(CD)のオーディオ2チャンネル信号(ステレオ信号)の左右チャンネル信号間には比較的大きな相互相関があることが知られている。このことから、一方のチャンネルにおいて線形予測分析に最適な予測次数は他方のチャンネルにおける線形予測分析に最適な予測次数に近いことが推定される。図6の実施例では、このような2チャンネルの線形予測符号化装置にこの発明を適用することにより演算処理量を減らす場合を示す。

右チャンネルの符号化構成と左チャンネルの符号化構成は図2の符号化構成と同様である。図6の装置で特徴的なことは、一方のチャンネル、ここでは右チャンネルの線形予測分析部で結果で得られた最適予測次数 P_0 が他方のチャンネルの線形予測分析に利用されるよう構成されていることである。図4で説明した組み合わせ(a)又は(c)に対応する。

線形予測分析部11Rは、与えられた右チャンネル入力信号 $x^R(n)$ ($n=1, 2, \dots, N$ 、 N は各フレームのサンプル数)に対しフレーム毎に予め決めた第1の範囲の各予測次数で例えば図5Aで説明したLevinson-Durbin法やBurg法のような逐次法、あるいは図5Bで説明した共分散法や数値計算法のような厳密な手法により線形予測分析を行なって残差符号量と係数符号量の和が最小となる予測次数を最適予測次数 P_0 と決め、その予測次数に対応す

10

20

30

40

50

る予測係数をPARCOR係数 $K^R=\{k^R(1), k^R(2), \dots, k^R(P_0)\}$ として出力する。即ち、予測係数を線形予測係数 $a^R=\{a^R(1), a^R(2), \dots, a^R(P_0)\}$ として求めた場合は、これらをPARCOR係数 $K^R=\{k^R(1), k^R(2), \dots, k^R(P_0)\}$ に変換する。量子化部12RはPARCOR係数 K^R を量子化し、量子化済PARCOR係数 $K'^R=\{k'^R(1), k'^R(2), \dots, k'^R(P_0)\}$ を出力する。逆変換部13Rは量子化済PARCOR係数 K'^R を線形予測係数 $a'^R=\{a'^R(1), a'^R(2), \dots, a'^R(P_0)\}$ に変換する。線形予測フィルタ14Rは線形予測係数 a'^R を使って入力信号 $x^R(n)$ を線形予測フィルタ処理し、予測残差 $e^R(n)$ を出力する。線形予測分析部11R、量子化部12R、逆変換部13R、線形予測フィルタ14Rは線形予測分析手段10Rを構成している。

【0024】

係数符号化部21Rは最適予測次数 P_0 と量子化済PARCOR係数 K'^R を符号化し、係数符号 C_k^R を出力する。残差符号化部22Rは、予測残差 $e^R(n)$ を例えばエントロピー符号化し、残差符号 C_e^R を出力する。符号合成部23Rは、係数符号 C_k^R と残差符号 C_e^R を合成し、Rチャンネル符号 C_g^R として出力する。符号合成部23Rは係数符号 C_k^R と残差符号 C_e^R を合成し、Rチャンネル符号 C_g^R として出力する。係数符号化部21R、残差符号化部22R、符号合成部23Rは符号化手段20Rを構成している。

左チャンネル側符号化構成においては、線形予測分析部31Lは線形予測部11Rから予測次数 P_0 が探索初期値として与えられ、 P_0 を含む第1の範囲より狭い第2の範囲の各予測次数で入力信号 $x^L(n)$ に対し例えば共分散法または数値計算法のような厳密な手法で線形予測分析を行ない、残差符号量と係数符号量を求める。これらの符号量の合計がもっとも小さい予測次数を最適予測次数 P_v と決定し、そのときの線形予測係数をPARCOR係数 $K^L=\{k^L(1), k^L(2), \dots, k^L(P_v)\}$ に変換して出力する。

【0025】

量子化部32LはPARCOR係数 K^L を量子化し、量子化済PARCOR係数 $K'^L=\{k'^L(1), k'^L(2), \dots, k'^L(P_v)\}$ を出力する。逆変換部33Lは量子化済PARCOR係数 K'^L を線形予測係数 $a'^L=\{a'^L(1), a'^L(2), \dots, a'^L(P_v)\}$ に変換する。線形予測フィルタ34Lは線形予測係数 a'^L を使って入力信号 $x^L(n)$ を線形予測フィルタ処理し、予測残差 $e^L(n)$ を出力する。線形予測分析部31L、量子化部32L、逆変換部33L、線形予測フィルタ34Lは線形予測分析手段30Lを構成している。

係数符号化部21Lは最適予測次数 P_v と量子化済PARCOR係数 K'^L を符号化し、係数符号 C_k^L を出力する。残差符号化部22Lは、予測残差 $e^L(n)$ を例えばエントロピー符号化し、残差符号 C_e^L を出力する。符号合成部23Lは、係数符号 C_k^L と残差符号 C_e^L を合成し、Lチャンネル符号 C_g^L として出力する。係数符号化部21L、残差符号化部22L、符号合成部23Lは符号化手段20Lを構成している。

【0026】

この線形予測分析部31Lがこの発明の予測係数決定装置を実現している。この実施例の予測係数決定装置31Lの機能構成図を図7に示す。この実施例の予測係数決定装置31Lは、厳密線形予測分析部510と係数符号量算出部520と残差符号量算出部530と最適次数探索部540と最適係数決定部550とにより構成されている。

この例では図6における左チャンネル信号 $x^L(n)$ と、右チャンネルの線形予測分析部11Rにおいて図4のStep400を実行することにより得られた最適次数探索初期値 P_0 とが与えられ、Step510を実行して各予測次数の場合の線形予測係数を求める。係数符号量算出部520と残差符号量算出部530はそれぞれ図4のStep520とStep530を実行して各予測次数の場合の係数符号量と残差符号量を求める。最適次数探索部540は図4のStep540を実行して係数符号量と残差符号量の合計が最小となるときの予測次数を最適予測次数 P_v と決定する。最適係数決定部550は、図4のStep550を行なって最適予測次数 P_v が決定されたときの線形予測係数を最適な予測係数として出力する。

【0027】

このように、この実施例では、左チャンネルは他チャンネル（この例では右チャンネル）で得られた最適予測次数 P_0 を暫定的な最適予測次数（最適予測次数探索の初期値）として利用し、更にその次数 P_0 の周辺の各予測次数について共分散法や数値計算法による手法により

10

20

30

40

50

求めた線形予測係数から残差符号の符号量を求めると共に、対応するPARCOR係数の符号量を求め、これらの残差符号量と係数符号量の合計が最小となる予測次数を最適予測次数 P_v と決定する。従って、合計符号量を最小とする最適予測次数をより正確に、しかも比較的少ない演算処理量で得ることができる。もちろん、他チャンネルから与えられた最適予測次数 P_0 を自チャンネルでそのまま最適予測次数 $P_0=P_v$ として使用すれば、更に演算量を削減できる。

以上の説明のように、マルチチャンネル信号符号化にこの発明を適用する場合、あるチャンネルにおける線形予測分析のための最適予測次数探索の初期値予測次数 P_0 としては、他のチャンネルの線形予測分析部において求めた最適予測次数を使用してもよい。

【0028】

<第2実施例>

チャンネル間相関を利用した符号化

マルチチャンネル信号の圧縮符号化では、非特許文献3に示されているように、所望の1つのチャンネルを親チャンネルとし、他を子チャンネルとし、それぞれのチャンネルごとに独立に線形予測分析を行って予測残差の基準値(エネルギーなど)を最小化するように、例えばLevinson-Durbin法などにより線形予測分析が行なわれ、分析により得られた線形予測係数 $a=\{(1), (2), \dots, (P)\}$, $(0)=1$ を用いたフィルタを通して得られる親チャンネルの予測残差に対して各子チャンネルの予測残差を重み付き減算処理して残差差分を求め、親チャンネルについてはその予測係数と予測残差を符号化し、各子チャンネルについてはその予測係数と残差差分を符号化している。

【0029】

マルチチャンネル信号間に相互相関がある場合、それぞれのチャンネル毎に線形予測残差のエネルギーが小さくなるように求めた線形予測係数を用いて線形予測分析を行っても、子チャンネルにおいて符号化の対象となる残差差分信号についてはエネルギーが最小となっているわけではなく、残差差分信号をエントロピー符号化した際の符号量は必ずしも少なくできず、効率の良い符号化を行っているとはいえない。そこで合計の基準値(言い換えれば実際に符号化される信号の基準値)、例えば入力信号が2チャンネルステレオ信号の右チャンネル信号 $x^R(n)$ を親チャンネル信号、左チャンネル信号 $x^L(n)$ を子チャンネル信号とする場合、親チャンネルの予測残差エネルギー基準と、親チャンネル予測残差と子チャンネル予測残差の重みつき減算処理後の残差差分信号エネルギー基準の合計

【0030】

【数4】

$$\begin{aligned} E^{\text{total}} &= E^R + \sum_{n=1}^N \{e^L(n)\}^2 \\ &= E^R + \sum_{n=1}^N \{e^L(n) - \gamma \cdot e^R(n)\}^2 \end{aligned} \quad (9)$$

が最小となるように、子チャンネル予測残差を求めるための線形予測係数を決めることが非特許文献3に示されている。ここで、重み係数 γ は前述のように減算処理後のエネルギーが最小となるように、

【0031】

【数5】

$$\gamma = \frac{\sum_{n=1}^N e^R(n) \cdot e^L(n)}{\sum_{n=1}^N e^R(n) \cdot e^R(n)} \quad (10)$$

によって決められる。

このようにチャンネル間の相互相関を考慮した式(9)を最小化する線形予測係数を求めるため、式(9)を線形予測係数で偏微分して0とおいた式を解くことにより線形予測係数を求

10

20

30

40

50

める変形された共分散法（以降、変形共分散法と呼ぶ）は、参考文献 1 に示されている。以下のマルチチャネル信号符号化装置の実施例においても、相互相関を利用した線形予測分析部においてこの手法を使うものとする。

【 0 0 3 2 】

図 8 はチャネル間相関を利用した線形予測分析を行なうマルチチャネル信号符号化装置の例を示し、図 4 で説明した組み合わせ(b) 又は(d) に対応する。

あるフレーム（N サンプル）の R チャネルの信号を $x^R(n)$ ($n=1, 2, \dots, N$)、L チャネルの信号を $x^L(n)$ ($n=1, 2, \dots, N$) とする。ここでは、R チャネルを親チャネル、L チャネルを子チャネルとする。

線形予測分析部 1 1 R は入力された親チャネル信号 $x^R(n)$ から図 5 A 又は 5 B で説明した方法により最適予測次数 P_0 を決定し、その予測次数での PARCOR 係数 $K^R = \{k^R(1), k^R(2), \dots, k^R(P_0)\}$ を得る。また、その最適予測次数 P_0 を探索初期値としてチャネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M に与える。量子化部 1 2 R は入力された PARCOR 係数 $K^R = \{k^R(1), k^R(2), \dots, k^R(P_0)\}$ を量子化し、量子化済 PARCOR 係数 $K'^R = \{k'^R(1), k'^R(2), \dots, k'^R(P_0)\}$ を出力する。逆変換部 1 3 R は入力された量子化済 PARCOR 係数 $K'^R = \{k'^R(1), k'^R(2), \dots, k'^R(P_0)\}$ を量子化済予測係数 $a'^R = \{a'^R(1), a'^R(2), \dots, a'^R(P_0)\}$ に逆変換する。線形予測フィルタ 1 4 R は量子化済予測係数 $a'^R = \{a'^R(1), a'^R(2), \dots, a'^R(P_0)\}$ をフィルタ係数として、入力された親チャネル原信号 $x^R(n)$ を次式でフィルタリングし予測残差 $e^R(n)$ を得る。ただし $a'^R(0)=1$ とする。

【 0 0 3 3 】

【 数 6 】

$$e^R(n) = \sum_{h=0}^{P_0} \alpha'^R(h) \cdot x^R(n-h) \quad (11)$$

係数符号化部 2 1 R は最適予測次数 P_0 と量子化済 PARCOR 係数 $K'^R = \{k'^R(1), k'^R(2), \dots, k'^R(P_0)\}$ を符号化し係数符号 C_k^R を出力する。残差符号化部 2 2 R は予測残差 $e^R(n)$ を符号化し残差符号 C_e^R を出力する。符号合成部 2 3 R は残差符号 C_e^R と係数符号 C_k^R を合成し、親チャネル合成符号 C_g^R を出力する。

チャネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M は、与えられた最適予測次数の初期値 P_0 の周辺 ($P_0 \pm P_v$ の範囲) の各予測次数 P_h ($h = -P_v, \dots, +P_v$) について以下の Step1 ~ Step4 を行う。

Step1: 入力された子チャネル信号 $x^L(n)$ と、線形予測フィルタ 1 4 R からの親チャネル予測残差 $e^R(n)$ とを使ってチャネル間の相互相関を考慮した変形共分散法により相互相関を考慮した線形予測係数 $a^M = \{a^M(1), a^M(2), \dots, a^M(P_h)\}$ を求める。

Step2: 線形予測係数 a^M を PARCOR 係数に変換し、係数符号量を求める。

Step3: 親チャネル予測残差 $e^R(n)$ と相関を考慮した子チャネル予測残差 $e^M(n)$ とから変形共分散法により残差差分信号 $e'^M(n) = e^R(n) - e^M(n)$ を推定し、その符号量を残差符号量として求める。

Step4: Step2 と Step3 で得た係数符号量と残差符号量の合計符号量を求める。

【 0 0 3 4 】

チャネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M は、すべての予測次数について得られた合計符号量から合計符号量を最小にする予測次数 P_h を最適予測次数 P_v と決定する。

変換部 5 5 M は線形予測係数 $a^M = \{a^M(1), a^M(2), \dots, a^M(P_v)\}$ を PARCOR 係数 $K^M = \{k^M(1), k^M(2), \dots, k^M(P_v)\}$ に変換する。量子化部 5 6 M は入力された PARCOR 係数 K^M を量子化し、量子化済 PARCOR 係数 $K'^M = \{k'^M(1), k'^M(2), \dots, k'^M(P_v)\}$ を出力する。逆変換部 5 7 M は入力された量子化済 PARCOR 係数 $K'^M = \{k'^M(1), k'^M(2), \dots, k'^M(P_v)\}$ を量子化済予測係数 $a'^M = \{a'^M(1), a'^M(2), \dots, a'^M(P_v)\}$ に逆変換する。線形予測フィルタ 5 8 M は量子化済予測係数 $a'^M = \{a'^M(1), a'^M(2), \dots, a'^M(P_v)\}$ をフィルタ係数として、入力された子チャネル信号 $x^L(n)$ を以下の式でフィルタリングし予測残差 $e^M(n)$ を得る。ただし $a'^M(0)=1$ とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

【 数 7 】

$$e^M(n) = \sum_{h=0}^{P_v} \alpha'^M(h) \cdot x^L(n-h) \quad (12)$$

重み計算部 5 1 は親チャネルの予測残差 $e^R(n)$ と相互相関を考慮した予測残差 $e^M(n)$ を用いて以下の式から重み係数 を求める。

【 0 0 3 6 】

【 数 8 】

$$\gamma = \frac{\sum_{n=1}^N e^M(n) \cdot e^R(n)}{\sum_{n=1}^N e^R(n) \cdot e^R(n)} \quad (13)$$

10

重み量子化部 5 2 は重み係数 を量子化し、量子化済重み係数 'を得る。重み付き減算処理部 5 3 は、予測残差 $e^R(n)$ 、 $e^M(n)$ と量子化済重み係数 'を用いて以下の式より、残差差分信号 $e'^M(n)$ を得る。

【 0 0 3 7 】

【 数 9 】

$$e'^M(n) = e^M(n) - \gamma' \cdot e^R(n) \quad (14)$$

20

重み計算部 5 1、重み量子化部 5 2、重み付き減算処理部 5 3、チャネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M、変換部 5 5 M、量子化部 5 6 M、逆変換部 5 7 M、線形予測フィルタ 5 8 M は線形予測分析手段 5 0 を構成している。

残差符号化部 6 1 M は残差差分信号 $e'^M(n)$ を符号化し残差符号 C_e^M を出力する。係数符号化部 6 4 M は最適予測次数 P_v と量子化済PARCOR係数 $K'^M = \{k'^M(1), k'^M(2), \dots, k'^M(P_v)\}$ を符号化し係数符号 C_k^M を出力する。重み符号化部 6 2 M は量子化済重み係数 'を符号化し重み符号 C_w^M を出力する。符号合成部 6 3 M は残差符号 C_e^M と重み符号 C_w^M と係数符号 C_k^M を合成し、子チャネル合成符号 C_g^M を出力する。残差符号化部 6 1 M、重み符号化部 6 2 M、符号合成部 6 3 M、係数符号化部 6 4 M は符号化手段 6 0 を構成している。

この実施例ではチャネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M がこの発明の予測係数決定装置を実現している。

30

【 0 0 3 8 】

< 第 3 実施例 >

図 8 の実施例において、子チャネルについては、図 7 のように通常の線形予測分析を行なって求めた係数符号 C_k^L と残差符号 C_e^L とを合成して得た符号 C_g^L と、図 8 の実施例で求めたチャネル間相関を考慮した合成符号 C_g^M の符号量を比較し、少ないほうを子チャネル符号として出力してもよい。その実施例を図 9 に示す。この実施例は図 8 の実施例に対し線形予測分析部 1 1 L、量子化部 1 2 L、逆変換部 1 3 L、線形予測フィルタ 1 4 L、係数符号化部 2 1 L、残差符号化部 2 2 L、符号合成部 2 3 L、符号量比較部 7 1 が追加されている。

40

【 0 0 3 9 】

図 9 の実施例では、子チャネル信号 $x^L(n)$ に対する線形予測分析部 1 1 L において逐次法あるいは厳密法により求めた最適予測次数 P_0 を、同じ子チャネル信号 $x^L(n)$ に対するチャネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M に与え、チャネル間相関を考慮した線形予測分析を厳密法で行なうための最適予測次数 P_v を決めている。従って、この実施例は図 4 で説明した組み合わせ(h)または(i) に対応している。

線形予測分析部 1 1 L は入力された子チャネル信号 $x^L(n)$ を従来の線形予測分析方法(L Levinson-Durbin法又はBurg法のような逐次法、または、共分散法や数値計算法などの厳密法など)により線形予測分析し、残差符号量と係数符号量の和が最小となる予測次数を最適予測次数 P_0 として求め、最適予測次数に対応する予測係数をPARCOR係数 $K^L = \{k^L(1), k^L($

50

2), ..., $k^L(P_0)$ }}として出力する。量子化部 1 2 L は入力されたPARCOR係数 $K^L=\{k^L(1), k^L(2), \dots, k^L(P_0)\}$ を量子化し、量子化済PARCOR係数 $K'^L=\{k'^L(1), k'^L(2), \dots, k'^L(P_0)\}$ を出力する。逆変換部 1 3 L は入力された量子化済PARCOR係数 $K'^L=\{k'^L(1), k'^L(2), \dots, k'^L(P_0)\}$ を量子化済予測係数 $a'^L=\{a'^L(1), a'^L(2), \dots, a'^L(P_0)\}$ に逆変換する。線形予測フィルタ 1 4 L は量子化済予測係数 $a'^L=\{a'^L(1), a'^L(2), \dots, a'^L(P_0)\}$ をフィルタ係数として、入力された子チャンネル信号 $x^L(n)$ を以下の式でフィルタリングし予測残差 $e^L(n)$ を得る。ただし $a'^L(0)=1$ とする。

【 0 0 4 0 】

【 数 1 0 】

$$e^L(n) = \sum_{h=0}^{P_0} \alpha'^L \cdot x^L(n-h) \quad (15)$$

10

残差符号化部 2 2 L は予測残差 $e^L(n)$ を符号化し残差符号 C_e^L を出力する。係数符号化部 2 1 L は最適予測次数 P_0 と量子化済PARCOR係数 $K'^L=\{k'^L(1), k'^L(2), \dots, k'^L(P_0)\}$ を符号化し係数符号 C_k^L を出力する。符号合成部 2 3 L は残差符号 C_e^L と係数符号 C_k^L を合成し、通常子チャンネル合成符号 C_g^L を出力する。

この実施例では、子チャンネルの線形予測分析部 1 1 L において図 5 A 又は 5 B の方法により求めた最適予測次数 P_0 がチャンネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M に与えられる。チャンネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M は、与えられた予測次数 P_0 を初期値とし、図 8 で説明したと同様の手法で $P_0 \pm P_v$ の範囲で各予測次数について前述の変形共分散法により線形予測係数を求め、残差差分の符号量と係数符号量の合計が最小となる予測次数 P_v を最適予測次数と決め、そのときの線形予測係数を変換部 5 5 M に与える。この線形予測係数に基づく量子化済線形予測係数を使って線形予測フィルタ 5 8 M により子チャンネルのチャンネル間相関を考慮した予測残差 $e^M(n)$ を生成し、重み計算部 5 1 及び重み付き減算処理部 5 3 に与える。

20

【 0 0 4 1 】

符号合成部 2 3 L からの合成符号 C_g^L と符号合成部 6 3 M からの合成符号 C_g^M が符号量比較部 7 1 に与えられてそれらの符号量が比較され、少ない方の合成符号を選択してどちらを選択したかを表す情報と共に子チャンネルの符号として出力する。

30

この実施例ではチャンネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M がこの発明の予測係数決定装置を実現している。

この実施例によれば、減算処理を行わないほうが符号量が少ない場合には、通常の線形予測分析の結果を用いることになるので、従来法と比べて圧縮率が悪化することは常にない。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 は図 9 において、線形予測分析部 1 1 L により入力信号 $x^L(n)$ の各フレーム毎にLevinson-Durbin法により最適予測次数 P_0 を求め、その P_0 を初期値としてチャンネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M により変形共分散法に基づく連立方程式を解くことを繰り返すことにより最適予測次数 P_v を求め、 P_0 と P_v の差を求めることを入力信号 $x^L(n)$ の一連のフレームについて実行することにより得た、 P_0 と P_v の差に対する最適予測次数の出現確率分布を示す。入力信号 $x^L(n)$ はサンプル周波数48kHz、各サンプル長16ビット、のステレオ音響信号で、それぞれ30秒のファイルを15ファイル用いた。最大次数 $P_{max} = 31$ とした。図 9 の実施例において、線形予測分析部 1 1 L から与えられる最適予測次数 P_0 に対し、チャンネル間相関を利用した線形予測分析部 5 4 M で探索を行なって得られる最適予測次数 P_v が同じとなる出現確率は約40%であり、 $P_0=P_v$ を中心に前後4の範囲に最適予測次数が存在する確率は、70%以上となることを示している。

40

【 0 0 4 3 】

図 1 1 は、図 7 又は図 8 又は図 9 における親チャンネル符号化構成部 1 1 R ~ 1 4 R , 2 1 R , 2 2 R , 2 3 R の代わりに実施可能な変形例を示す。前述のようにLevinson-Durbin

50

n法では、信号に窓関数を掛けることで定常とみなし、分析を行なっている。そのため、正確な予測係数を得るには窓を用いない共分散法を用いたほうがよいが、共分散法を用いた場合のほうが常に符号量が小さくなるとは限らない。そこで、ここではLevinson-Durbin法で求めた最適次数 P_0 を使って推定した符号量と、予測次数 P_0 を初期値として、共分散法の最適予測次数を探索により見つけて、符号量を求めた場合を比較し、符号量の少ない方を採用する。

【 0 0 4 4 】

入力信号 $x(n)$ から符号化構成部 1 1 ~ 1 4 , 2 1 , 2 2 , 2 3 により合成符号 C_{gx} を出力するまでは図 7 , 8 と同様にLevinson-Durbin法により最適な予測次数 P_0 が決定され、そのときの予測係数に基づいてPARCOR係数及び予測残差の符号化が行なわれ、符号合成部 2 3 で合成される。ここでは、線形予測分析部 1 1 Vで探索する予測次数の範囲を $P_0 - P_v \sim P_0 + P_v$ とする。ただし、 $P_0 - P_v$ が予め定められた下限 P_{min} (例えば0)を下回った場合は、 $P_b = P_0 - P_{min}$ とし(つまり次数が負にならないようにする)、同様に $P_0 + P_v$ が予め定められた上限 P_{max} を上回った場合は、 $P_t = P_0 + P_{max}$ とし、探索範囲を $P_0 - P_b \sim P_0 + P_v$ 、 $P_0 - P_v \sim P_0 + P_t$ 、 $P_0 - P_b \sim P_0 + P_t$ 、というように非対称に変形することもある。また、すでに処理を終えたフレームまでの次数の差の出現確率分布に基づく統計量を用いてもよい。例えば統計的分布が左右対称でない場合は、3次統計量などを利用して、 $P_0 - P_b \sim P_0 + P_t$ というような非対称の探索範囲としてもよい。ここで、 P_b と P_t は同じ値になることも、異なる値となることもありえる。

【 0 0 4 5 】

線形予測分析部 1 1 Vは以下の処理を実行する。

Step1: 入力信号 $x(n)$ を用いて予測次数 $P_{vi} = P_0$ の共分散法による線形予測分析を行ない、線形予測係数 $a_{vi} = \{ a_{vi}(1), a_{vi}(2), \dots, a_{vi}(P_{vi}) \}$ を得る。これをPARCOR係数 $K_{vi} = \{ P_{vi}, k_{vi}(1), k_{vi}(2), \dots, k_{vi}(P_{vi}) \}$ に変換し、係数符号量を得る。式(8)において $P_{max} = P_{vi}$ とし、エネルギー残差を求め、残差符号量を推定する。係数符号量と残差符号量を合計した符号量を求める。

Step2: 入力信号 $x(n)$ を用いて予測次数 $P_v = P_0 - 1$ の共分散法による線形予測分析を行ない、線形予測係数 $a_{vi} = \{ a_{vi}(1), a_{vi}(2), \dots, a_{vi}(P_{vi}) \}$ を得る。これをPARCOR係数 $K_{vi} = \{ P_{vi}, k_{vi}(1), k_{vi}(2), \dots, k_{vi}(P_{vi}) \}$ に変換し、係数符号量を得る。式(8)において $P_{max} = P_{vi}$ とし、エネルギー残差を求め、残差符号量を推定する。係数符号量と残差符号量を合計した符号量を求める。

Step3: 入力信号 $x(n)$ を用いて予測次数 $P_{vi} = P_0 + 1$ の共分散法による線形予測分析を行ない、線形予測係数 $a_{vi} = \{ a_{vi}(1), a_{vi}(2), \dots, a_{vi}(P_{vi}) \}$ を得る。これをPARCOR係数 $K_{vi} = \{ P_{vi}, k_{vi}(1), k_{vi}(2), \dots, k_{vi}(P_{vi}) \}$ に変換し、予測次数 P_{vi} の符号量を含む係数符号量を得る。式(8)において $P_{max} = P_{vi}$ とし、エネルギー残差を求め、残差符号量を推定する。係数符号量と残差符号量を合計した符号量を求める。

【 0 0 4 6 】

このように上記Stepを $P_0 - P_v$ から $P_0 + P_v$ まで繰り返し、最も合計符号量が小さくなる予測次数 P_{vi} を最適予測次数 P_v と決定する。

線形予測分析部 1 1 Vは、最適予測次数とPARCOR係数 $K_v = \{ k_v(1), k_v(2), \dots, k_v(P_v) \}$ を出力する。量子化部 1 2 VはPARCOR係数 K_v を量子化し、量子化済PARCOR係数 $K'_v = \{ k'(1), k'(2), \dots, k'(P_v) \}$ を出力する。逆変換部 1 3 Vは量子化済PARCOR係数 K'_v を線形予測係数 $a'_v = \{ a'_v(1), a'_v(2), \dots, a'_v(P_v) \}$ に変換して出力する。線形予測フィルタ 1 4 Vは線形予測係数 a'_v をフィルタ係数として、入力された信号 $x(n)$ ($n=1, 2, \dots, N$)を P_v 次の線形予測フィルタ処理し、予測残差

【 0 0 4 7 】

【 数 1 1 】

$$e_v(n) = \sum_{h=0}^{P_v} \alpha'_v(h) \cdot x(n-h) \quad (16)$$

10

20

30

40

50

を得る。残差符号化部 2 2 V は予測残差 $e_v(n)$ を例えばエントロピー符号化し、残差符号 C_{e_v} を出力する。係数符号化部 2 1 V は最適予測次数 P_v と量子化済PARCOR係数 K'_v を符号化し、係数符号 C_{k_v} を出力する。符号合成部 2 3 V は残差符号 C_{e_v} と係数符号 C_{k_v} を合成し、合成符号 C_{g_v} を出力する。符号量比較部 2 4 は、合成符号 C_{g_x} と合成符号 C_{g_v} を比較し、符号量の小さいほうを合成符号 C_g として出力する。線形予測分析部 1 1 V、量子化部 1 2 V、逆量子化部 1 3 V、線形予測フィルタ 1 4 V は線形予測分析手段 1 0 V を構成し、係数符号化部 2 1 V、残差符号化部 2 2 V、符号合成部 2 3 V は符号化手段を構成している。

【 0 0 4 8 】

図 1 1 の変形例は図 9 における子チャネル側符号化構成部 3 1 L ~ 3 4 L, 4 2 L, 4 3 L, 4 4 L にも同様に適用できる。また、図 1 1 の装置を単独のチャネルの符号化装置として使用してもよい。

図 1 2 は、図 1 1 の変形実施例である。入力信号 $x(n)$ から符号化構成部 1 1 ~ 1 4, 2 1 ~ 2 3 により合成符号 C_a を出力するまでは図 1 1 と同様に Levinson-Durbin 法や Burg 法などにより最適予測次数 P_0 が決定され、そのときの予測次数に基づいて PARCOR 係数及び予測残差の符号化が行なわれ、符号合成部 2 3 で合成される。図 1 1 では線形予測分析部 1 1 V は入力信号 $x(n)$ から各予測次数ごとに共分散法に基づく線形予測分析により係数符号量及び残差符号量を推定して合計符号量が最小となる予測次数を決定した。しかし、図 1 2 では、線形予測分析部 1 1 V は各予測次数 $P_{v_i} = P_0 - P_v, P_0 - P_v + 1, \dots, P_0, \dots, P_0 + P_v - 1, P_0 + P_v$ ごとに共分散法に基づく線形予測分析により線形予測係数を求め、PARCOR 係数に変換して出力し、以下、その PARCOR 係数から量子化部 1 2 V、逆変換部 1 3 V、線形予測フィルタ 1 4 V、係数符号化部 2 1 V、残差符号化部 2 2 V、符号合成部 2 3 V により実際に係数符号及び残差符号を求め、合成符号を生成し、線形予測分析部 1 1 V に与える。線形予測分析部 1 1 V は各予測次数 P_{v_i} に対する合成符号の符号量を比較し、最小符号量となる予測次数を決定する。

【 0 0 4 9 】

以下では、線形予測分析部 1 1 から与えられた最適予測次数の初期値 P_0 に対し、探索予測次数を $P_{v_i} = P_0 + i$ とおき、 i を $-P_v \sim P_v$ の範囲で変化させる場合の各予測次数 P_{v_i} での処理手順を説明する。

Step1: 線形予測分析部 1 1 V では、入力信号 $x(n)$ を用いて予測次数 P_{v_i} の共分散法又は数値計算法による線形予測分析を行ない、線形予測係数 $a_{v_i} = \{ a_{v_i}(1), a_{v_i}(2), \dots, a_{v_i}(P_{v_i}) \}$ を変換した PARCOR 係数 $K_{v_i} = \{ k_{v_i}(1), k_{v_i}(2), \dots, k_{v_i}(P_{v_i}) \}$ を出力する。

Step2: 量子化部 1 2 V は PARCOR 係数 K_{v_i} を量子化し、量子化済 PARCOR 係数 $K'_{v_i} = \{ k'_{v_i}(1), k'_{v_i}(2), \dots, k'_{v_i}(P_{v_i}) \}$ を出力する。

Step3: 逆量子化部 1 3 V は量子化済 PARCOR 係数 K'_{v_i} を線形予測係数 $a'_{v_i} = \{ a'_{v_i}(1), a'_{v_i}(2), \dots, a'_{v_i}(P_{v_i}) \}$ に変換して出力する。

Step4: 線形予測フィルタ 1 4 V は線形予測係数 $a'_{v_i} = \{ a'_{v_i}(1), a'_{v_i}(2), \dots, a'_{v_i}(P_{v_i}) \}$ をフィルタ係数として、入力信号 $x(n)$ ($n=1, 2, \dots, N$) を次式で P_{v_i} 次の線形予測フィルタ処理を行い、予測残差 $e_{v_i}(n)$ を得る。

【 0 0 5 0 】

【 数 1 2 】

$$e_{v_i}(n) = \sum_{h=0}^{P_{v_i}} \alpha'_{v_i}(h) \cdot x(n-h) \quad (17)$$

Step5: 残差符号化部 2 2 V は予測残差 $e_{v_i}(n)$ を例えばエントロピー符号化し、残差符号 $C_{e_{v_i}}$ を出力する。

Step6: 係数符号化部 2 1 V は予測次数 P_{v_i} と量子化済 PARCOR 係数 $K'_{v_i} = \{ k'_{v_i}(1), k'_{v_i}(2), \dots, k'_{v_i}(P_{v_i}) \}$ を符号化し、係数符号 $C_{k_{v_i}}$ を出力する。

Step7: 符号合成部 2 3 V は残差符号 $C_{e_{v_i}}$ と係数符号 $C_{k_{v_i}}$ を合成し、合成符号 $C_{g_{v_i}}$ を線形予測分析部 1 1 V に与える。

上記 Step1 ~ Step7 が $-P_v \sim +P_v$ の範囲の i についてすべて実行され、それによっ

10

20

30

40

50

て線形予測分析部 1 1 V は各予測次数 $P_{v_i}=P_0+i$ に対する合成符号の符号量を得て、それらの中で最小の符号量に対応する予測次数を最適予測次数と決定し、符号合成部 2 4 V はその最適予測次数に対応する合成符号 C_{g_v} を符号量比較部 2 4 に出力する。符号量比較部 2 4 は符号合成部 2 3 及び 2 3 V からの合成符号 C_{g_x} 及び C_{g_v} の符号量を比較し、小さいほうを合成符号 C_g として出力する。

予測次数 P_v の探索範囲が広くなれば、圧縮率は向上するが、処理量が増えるため処速度が低下するので、図 1 0 の結果を参考にすれば、予測次数 P_0 の周辺 5 次程度で探索すれば十分な性能が得られる。図 1 2 の装置も単独チャンネルの符号化装置として使用してもよい。

【 0 0 5 1 】

10

< 応用例 1 >

前述の図 7 及び 8 のマルチチャンネル線形予測符号化においては、1 つのチャンネルでの線形予測分析で決めた最適予測次数 P_0 を他の 1 つのチャンネルの線形予測分析における最適予測次数探索の初期値として利用する場合を示した。脳磁場計測 (M E G) 信号やマイクロホンアレー信号などのようなマルチチャンネル信号 (M チャンネル、M は 3 以上の整数) において、H チャンネル (H は 2 以上 M 未満の整数) の最適次数の平均値や中央値 (即ち、統計的な代表値) を初期値として、残りの M - H チャンネルの最適係数をそれぞれ求めてもよい。M - H チャンネルのうちの 1 つのチャンネルにおけるその処理手順を図 1 3 に示す。

Step450 : 複数の他チャンネルについて求めた最適予測次数の平均値又は中央値などを厳密法による最適予測次数探索の初期値 P_0 とする。

20

Step510 : 厳密法により $P_0 - P_v \sim P_0 + P_v$ の範囲の各予測次数の場合の線形予測係数を算出する。

Step520 : 上記範囲の各予測次数の場合の係数符号量を求める。

Step530 : 上記範囲の各予測次数の場合の残差符号量を求める。

Step540 : 係数符号量と残差符号量の合計が最小となる予測次数を最適予測次数 P_v とする。

Step550 : 最適予測次数 P_v のときの線形予測係数を最適な予測係数とする。

例えば、512チャンネルの M E G 信号 (M = 512) であれば、その 1 0 分の 1 程度の 5 0 チャンネルを H とし、残りの 462 チャンネルのそれぞれについて上記処理を実行する。

【 0 0 5 2 】

30

< 応用例 2 >

上記応用例 1 において、探索範囲を決める P_v の値は例えば標準偏差などの統計量に基づいて決めることができる。その場合の処理手順を図 1 4 に示す。

Step460 : 複数の他チャンネルについて求めた最適予測次数の平均値又は中央値などを厳密法による最適予測次数探索の初期値 P_0 とする。

Step470 : 複数の他のチャンネルについて求めた最適予測次数の標準偏差に最も近い整数値 (切り上げ、切り捨て、四捨五入など) を P_v とする。ただし、 $P_0 - P_v$ が予め定められた下限 P_{min} (例えば 0) を下回った場合は、 $P_b = P_0 - P_{min}$ とし (つまり次数が負にならないようにする) 、同様に $P_0 + P_v$ が予め定められた上限 P_{max} を上回った場合は、 $P_t = P_0 + P_{max}$ とし、探索範囲を $P_0 - P_b \sim P_0 + P_v$ 、 $P_0 - P_v \sim P_0 + P_t$ 、 $P_0 - P_b \sim P_0 + P_t$ 、というように非対称に変形することもある。また、標準偏差に限らず他の統計量を用いてもよい。例えば統計的分布が左右対称でない場合は、3 次統計量などを利用して、 $P_0 - P_b \sim P_0 + P_t$ というような非対称の探索範囲としてもよい。ここで、 P_b と P_t は同じ値になることも、異なる値となることもありえる。

40

以降の Step510 ~ Step550 は図 1 3 の場合と同様なので説明を省略する。

ここで、Step460 において平均値や中央値などを求める対象のチャンネルやチャンネル数と、Step470 において標準偏差を求める対象のチャンネルやチャンネル数とは同じとするのが通常であるが、必ずしも同じである必要はなく、異なってもよい。

【 0 0 5 3 】

以上説明したこの発明による予測係数決定装置は、この発明による予測係数決定方法を

50

処理手順として表したコンピュータプログラムを実行するコンピュータにより実現してもよい。また、そのコンピュータは、記録媒体に記録された上記プログラムを読み取り、実行するように構成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】ロスレス符号化における予測次数と符号量の関係を説明するためのグラフ。

【図2】従来の2チャンネル線形予測符号化装置の機能構成ブロック図。

【図3】従来の予測係数決定方法の処理手順を示すフロー図。

【図4】この発明による予測係数決定方法の処理手順を示すフロー図。

【図5】Aは図4におけるStep400を逐次法により実行する処理手順を示すフローであり、Bは厳密法により実行する処理手順を示すフロー。

10

【図6】この発明の位置実施例による予測次数決定装置の機能構成ブロック図。

【図7】この発明が適用されたマルチチャンネル符号化装置の第1実施例を示す機能構成ブロック図。

【図8】この発明を適用したマルチチャンネル符号化装置の第2実施例を示す機能構成ブロック図。

【図9】この発明を適用したマルチチャンネル符号化装置の第3実施例を示す機能構成ブロック図。

【図10】入力された予測次数からのずれに対する最適予測次数の出現確率の例を示すグラフ。

20

【図11】この発明が適用された符号化装置の変形実施例を示す機能構成ブロック図。

【図12】この発明が適用された符号化装置の他の変形実施例を示す機能構成ブロック図。

【図13】マルチチャンネル予測符号化におけるこの発明の応用例を説明するためのフロー図。

【図14】図13における初期予測次数の決め方を説明するためのフロー図。

【 図 1 】

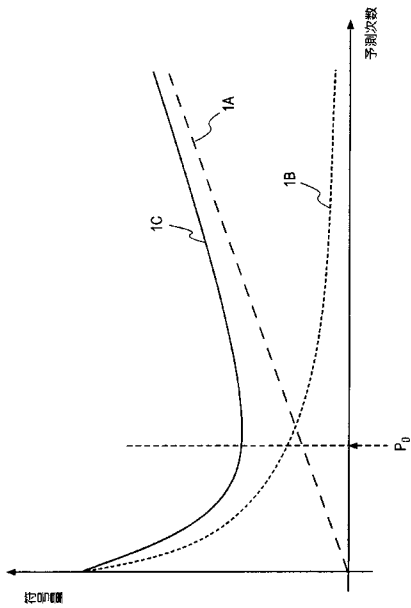


図1

【 図 2 】

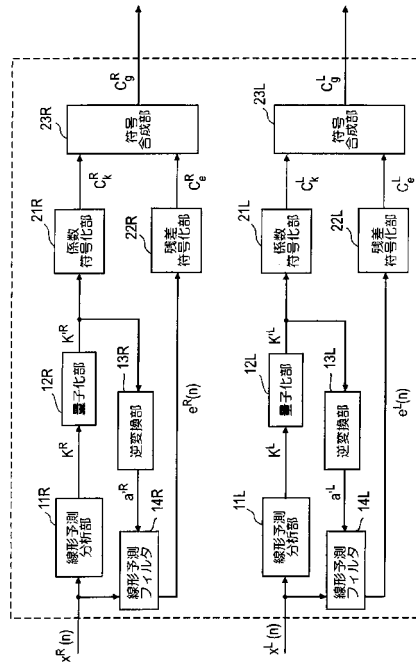


図2

【 図 3 】

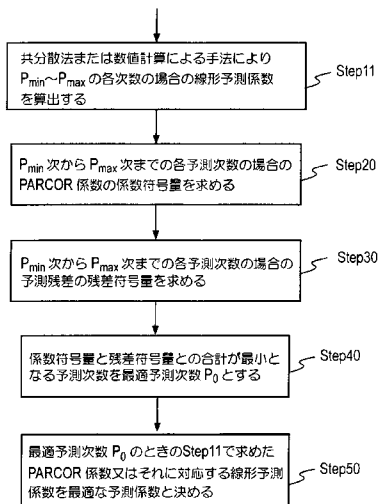


図3

【 図 4 】

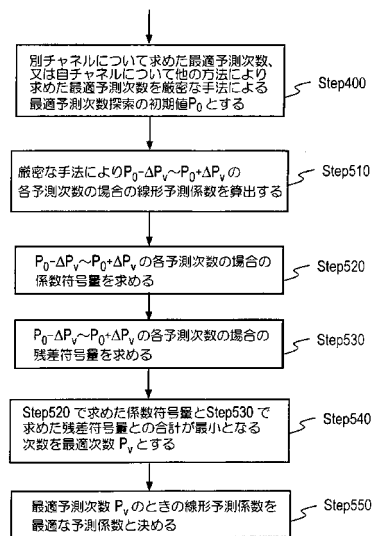


図4

【 図 5 】

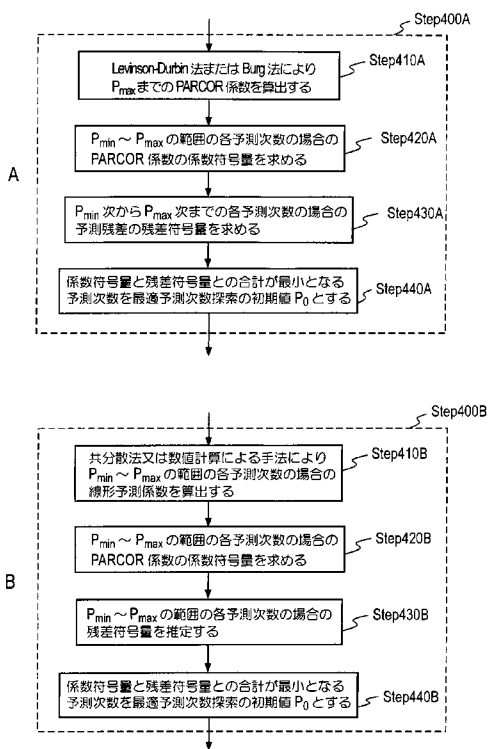


図 5

【 図 6 】

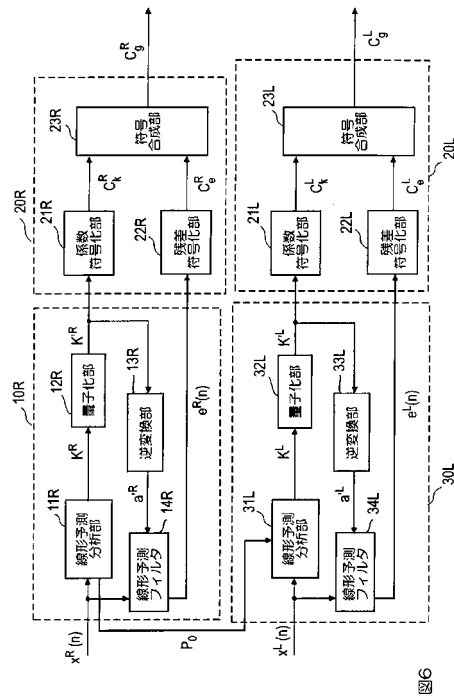


図6

【 図 7 】

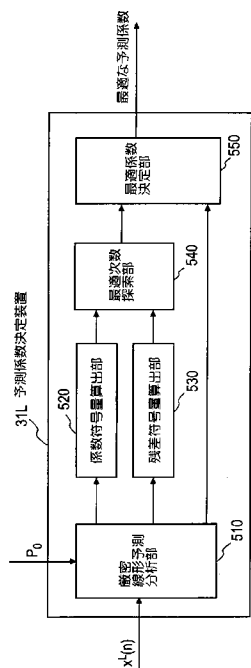


図 7

【 図 8 】

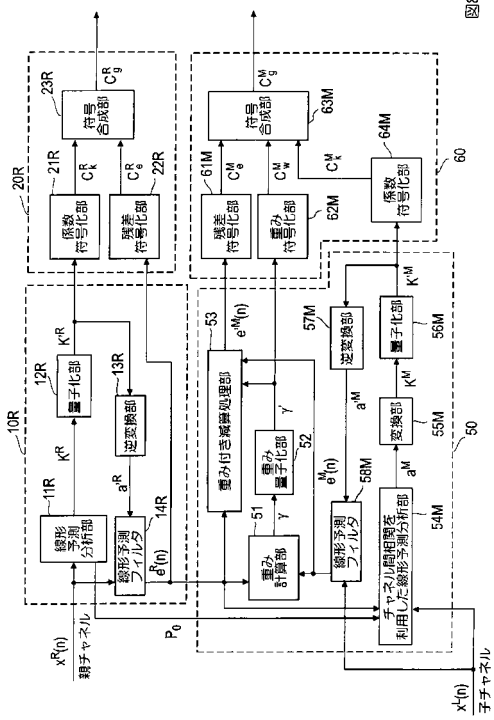


図8

【図9】

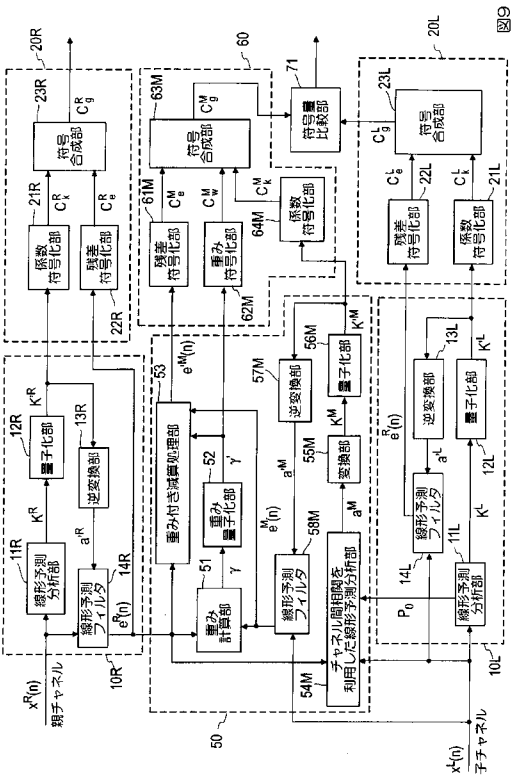


図9

【図10】

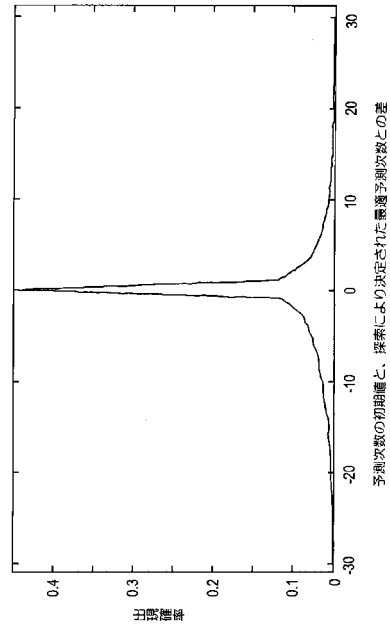


図10
予測次数の初期値と、探索により決定された最適予測次数との差

【図11】

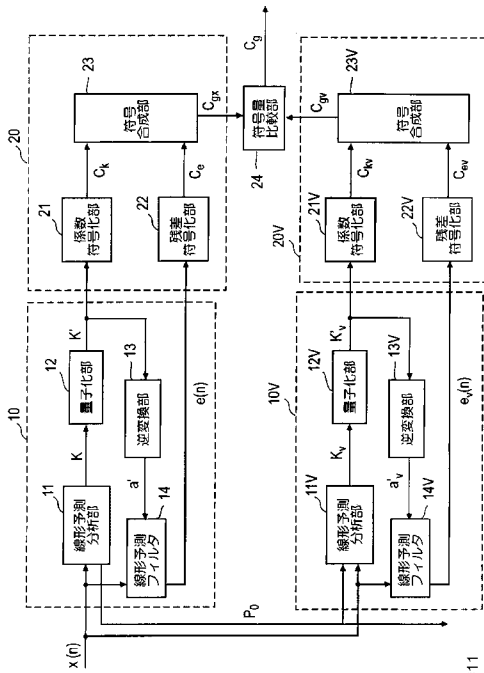


図11

【図12】

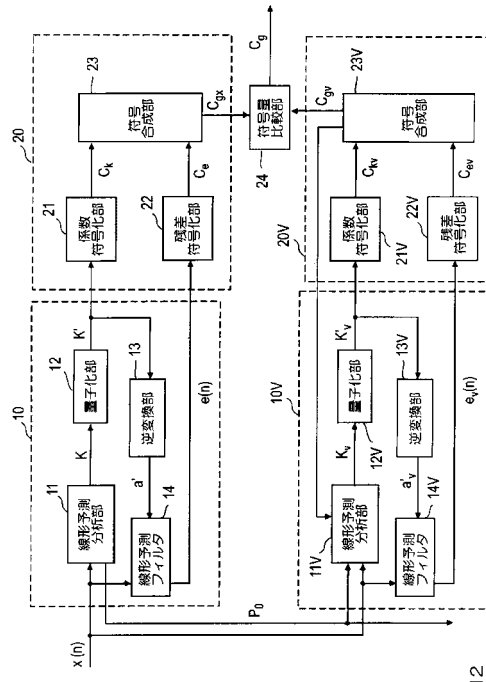


図12

【 図 1 3 】

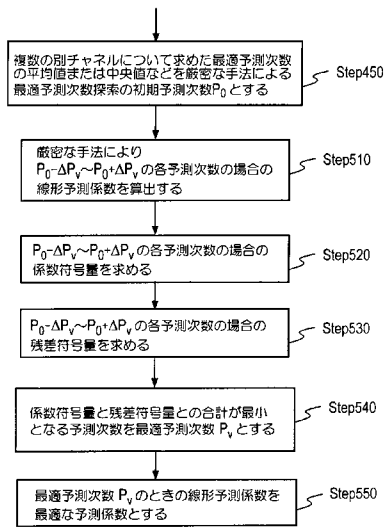


図13

【 図 1 4 】

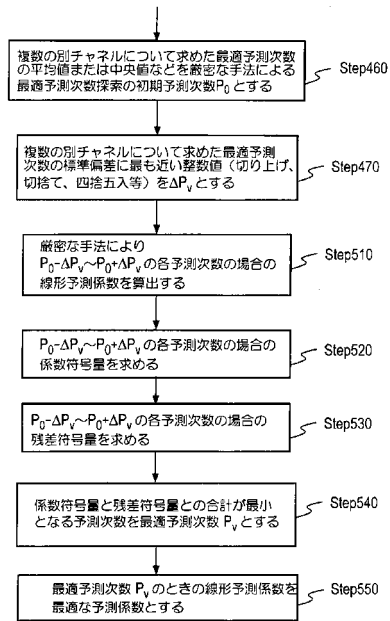


図14

フロントページの続き

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

審査官 毛利 太郎

- (56)参考文献 特開平01-302300(JP,A)
特開2000-020099(JP,A)
特開2007-318691(JP,A)
特開平02-157800(JP,A)
岩田 鋼司 Kouji IWATA, MDL基準を用いたLPC分析次数およびフレーム長の同時最適決定法 Simultaneous Determination of LPC Analysis Order and Frame Partitioning Based on MDL Criterion, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.101 No.352 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2001年10月, p.63-68
岩田 鋼司 Kouji IWATA, MDL基準を用いたLPC分析次数およびフレーム長の同時最適決定法, 電子情報通信学会2002年総合大会講演論文集 情報・システム1 PROCEEDINGS OF THE 2002 IEICE GENERAL CONFERENCE, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 2002年, D-14-11, p.170
大槻 典行 Noriyuki OHTSUKI, 時変音声生成モデルの適応的次數推定 An Adaptive Order Estimation of Time-Varying Speech Production Model, 電子情報通信学会論文誌 (J73-D-II) 第2号 THE TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS, 日本, 社団法人電子情報通信学会 THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS, 1990年 2月25日, p.141-151

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 11/00 - 21/06
H03M 7/00 - 7/50