

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4838773号  
(P4838773)

(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              |                       |
| <b>G 1 O L</b> | <b>19/00</b> | <b>(2006.01)</b> | G 1 O L 19/00 2 2 O F |
| <b>G 1 O L</b> | <b>11/00</b> | <b>(2006.01)</b> | G 1 O L 11/00 1 O 1 C |
| <b>H O 3 M</b> | <b>7/30</b>  | <b>(2006.01)</b> | G 1 O L 19/00 2 1 3   |
|                |              |                  | H O 3 M 7/30 Z        |

請求項の数 13 (全 24 頁)

|           |                              |           |                                   |
|-----------|------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-187682 (P2007-187682) | (73) 特許権者 | 000004226                         |
| (22) 出願日  | 平成19年7月18日 (2007.7.18)       |           | 日本電信電話株式会社                        |
| (65) 公開番号 | 特開2009-25496 (P2009-25496A)  |           | 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2月5日 (2009.2.5)         | (74) 代理人  | 100121706                         |
| 審査請求日     | 平成21年7月29日 (2009.7.29)       |           | 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<br>本電信電話株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 線形予測符号化の予測次数決定方法及びそれを使った予測係数決定方法及び装置、プログラム、その記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

時系列入力信号に対する最適予測次数の決定方法であり、

(a) 第1線形予測分析手段が、フレーム毎に上記入力信号を逐次的方法により線形予測分析し、予め決めた第1の範囲の各予測次数について、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と、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として得るステップと、

(b) 第2線形予測分析手段が、上記初期値を含み、上記第1の範囲より狭い第2の範囲の各予測次数で上記入力信号を、予測次数毎に全次の線形予測係数を求める方法により線形予測分析し、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と、の合計が最小となる予測次数を最適予測次数と決定するステップ、  
とを含むことを特徴とする最適予測次数決定方法。

【請求項2】

マルチチャネル時系列入力信号中のいずれかのチャネルに対する最適予測次数の決定方法であり、

(a) 第1線形予測分析手段が、フレーム毎に該チャネル以外の何れかのチャネルの入力信号を線形予測分析し、予め決めた第1の範囲の各予測次数について、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と、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として得るステップと、

(b) 第2線形予測分析手段が、上記初期値を含み、上記第1の範囲より狭い第2の範囲

の各予測次数で該チャンネルの入力信号を、予測次数毎に全次の線形予測係数を求める方法により線形予測分析し、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と、の合計が最小となる予測次数を最適予測次数と決定するステップ、  
とを含むことを特徴とする最適予測次数決定方法。

【請求項 3】

請求項 2 記載の最適予測次数決定方法において、

上記ステップ(a) は、最適予測次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、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と、の合計が最小となる予測次数の統計的な代表値を上記最適予測次数探索の初期値とすることを特徴とする最適予測次数決定方法。

10

【請求項 4】

請求項 2 または 3 記載の最適予測次数決定方法において、

最適予測次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、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と、の合計が最小となる予測次数の標準偏差に最も近い整数を  $P_v$  とし、上記最適予測次数探索の初期値を  $P_0$  としたとき、上記ステップ(b) における上記第 2 の範囲を、 $P_0 - P_v$  から  $P_0 + P_v$  までの範囲とすることを特徴とする最適予測次数決定方法。

【請求項 5】

請求項 1 記載の最適予測次数決定方法において、上記逐次的方法は、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最適予測次数決定方法。

20

【請求項 6】

マルチチャンネル時系列入力信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測次数の決定方法であり、

(a) 第 1 線形予測分析手段が、フレーム毎に該チャンネルの入力信号を該チャンネルの信号のみを用いて線形予測分析し、予め決めた第 1 の範囲の買う予測次数について、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と、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として得るステップと、

(b) 第 2 線形予測分析手段が、上記初期値を含み、上記第 1 の範囲より狭い第 2 の範囲の各予測次数で該チャンネルの入力信号を該チャンネルの線形予測残差と該チャンネル以外のチャンネルの信号の線形予測残差との重み付き差分が最小となる基準で全次の線形予測係数を求め、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と、の合計が最小となる予測次数を最適予測次数と決定するステップ、  
とを含むことを特徴とする最適予測次数決定方法。

30

【請求項 7】

請求項 6 記載の最適予測次数決定方法において、

上記ステップ(a) の、該チャンネルの信号のみを用いる線形予測分析は、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ることを特徴とする最適予測次数決定方法。

40

【請求項 8】

線形予測符号化の最適予測係数決定方法であり、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つの最適予測次数決定方法によって最適予測次数を決定し、さらに、最適係数決定手段が、上記最適予測次数に対応する上記ステップ(b) で求めた線形予測係数を最適予測係数と決めることを特徴とする最適予測係数決定方法。

【請求項 9】

時系列入力信号に対する最適予測次数の決定装置であり、

フレーム毎に上記入力信号を逐次的方法により線形予測分析し、予め決めた第 1 の範囲の各予測次数について、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と、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として

50

得る第 1 線形予測分析手段と、

上記初期値を含み、上記第 1 の範囲より狭い第 2 の範囲の各予測次数で上記入力信号を、予測次数毎に全次の線形予測係数を求める方法により線形予測分析し、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と、の合計が最小となる予測次数を最適予測次数と決定する第 2 線形予測分析手段、  
とを含むことを特徴とする最適予測次数決定装置。

【請求項 10】

マルチチャンネル時系列入力信号中のいずれかのチャンネルに対する最適予測次数の決定装置であり、

フレーム毎に該チャンネル以外の何れかのチャンネルの入力信号を線形予測分析し、予め決めた第 1 の範囲の各予測次数について、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と、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として得る第 1 線形予測分析手段と、

上記初期値を含み、上記第 1 の範囲より狭い第 2 の範囲の各予測次数で該チャンネルの入力信号を、予測次数毎に全次の線形予測係数を求める方法により線形予測分析し、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と、の合計が最小となる予測次数を最適予測次数と決定する第 2 線形予測分析手段、  
とを含むことを特徴とする最適予測次数決定装置。

【請求項 11】

マルチチャンネル時系列入力信号中の何れかのチャンネルに対する最適予測次数の決定装置であり、

フレーム毎に該チャンネルの入力信号を該チャンネルの信号のみを用いて線形予測分析し、予め決めた第 1 の範囲の各予測次数について、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と、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として得る第 1 線形予測分析手段と、

上記初期値を含み、上記第 1 の範囲より狭い第 2 の範囲の各予測次数で該チャンネルの入力信号を該チャンネルの線形予測残差と該チャンネル以外のチャンネルの信号の線形予測残差との重み付き差分が最小となる基準で全次の線形予測係数を求め、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と、の合計が最小となる予測次数を最適予測次数と決定する第 2 線形予測分析手段、とを含むことを特徴とする最適予測次数決定装置。

【請求項 12】

コンピュータを請求項 9、10 又は 11 記載の最適予測次数決定装置として機能させるためのプログラム。

【請求項 13】

コンピュータを請求項 9、10 又は 11 記載の最適予測次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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、時系列信号の線形予測符号化における予測次数決定方法及びそれを使った予測係数決定方法と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 Prediction 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、M D L 原理 (Minimum Description Length Principle) を下に、予測次数を決定する方法もある。M D L 原理は、

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

10

20

30

40

50

となる。ロスレス符号化で使われる言葉で言い換えると、  
 (ロスレスで復号するために必要な符号量) = (PARCOR係数に必要な符号量) + (予測残差に必要な符号量) (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】

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

10

は分散を表す。 $\sigma^2$ 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 $\sigma^2$ 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。

20

【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ができるとは限らない。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。

30

【0005】

図2は従来の典型的な線形予測符号化装置の機能構成図を示す。この線形予測符号化装置は、入力信号 $x(n)$ を線形予測分析してPARCOR係数 $K = \{k(1), k(2), \dots, k(P_0)\}$ を出力する線形予測分析部11と、PARCOR係数 $K$ を量子化して量子化済PARCOR係数 $K' = \{k'(1), k'(2), \dots, k'(P)\}$ を出力する量子化部12と、量子化済PARCOR係数 $K'$ を線形予測係数 $a' = \{a'(1), a'(2), \dots, a'(P_0)\}$ に変換する逆変換部13と、線形予測係数 $a'$ を使って入力信号 $x(n)$ を線形予測フィルタ処理して予測残差 $e(n)$ を出力する線形予測フィルタ部14と、最適予測次数 $P_0$ と量子化済PARCOR係数 $K'$ を符号化して係数符号 $C_k$ を出力する係数符号化部21と、予測残差 $e(n)$ を符号化して残差符号 $C_e$ を出力する残差符号化部22と、係数符号 $C_k$ と残差符号 $C_e$ とを合成して合成符号 $C_g$ を出力する符号合成部23とから構成されている。

40

【0006】

線形予測分析部11においては、入力信号 $x(n)$ 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 $P_0$ は、例えば非特許文献2に示されているMDL原理に基づく方法により決定していた。その方法を図3を参照して説明する。

【0007】

Step100: 1次から予め決めた最大予測次数 $P_{max}$ までのPARCOR係数を例えばレビンソン-ダービン(Levinson-Durbin)法又はバーグ(Burg)法により算出する。

【0008】

50

Step200：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PARCOR係数を符号化して係数符号量を求める。

【0009】

Step300：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。

【0010】

Step400：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。

【0011】

Step500：最適予測次数 $P_0$ のときのStep100で求めたPARCOR係数又はそれに対応する線形予測係数を最適な予測係数と決定する。

10

【0012】

図2における線形予測分析部11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Step100で得られたPARCOR係数を最適な係数 $K$ として出力する。この線形予測分析部11で使用されるLevinson-Durbin法によれば、第 $h$ 次の予測次数 $P_h$ のPARCOR係数は、すでに得られている $1 \sim P_h - 1$ 次のPARCOR係数に対し、更に $P_h$ 次目の係数を演算して追加するだけでよいので、係数を求める演算処理量が少ない利点がある。しかし、Levinson-Durbin法では、入力信号に窓を掛けることで定常とみなして分析を行うため、これによって得られたPARCOR係数を逆変換して得られる線形予測係数（線形予測フィルタ部14で使用するため）は、共分散法（予測残差のエネルギーを線形予測係数で偏微分し、結果を0とおいて連立方程式を解く方法）や、数値計算による方法（線形予測係数に数値を入れて予測残差エネルギーが最小となるような線形予測係数を見つける方法）により求めた線形予測係数よりも正確さに劣り、そのためStep400における合計符号量を最小とする最適予測次数を正確に求めることが困難である。

20

【0013】

この点を改善した方法を図4に示す。図3との相違は、図3のStep100ではLevinson-Durbin法又はBurg法によりPARCOR係数を求めたが、図4のStep110では共分散法又は数値計算法のように $P_{min} \sim P_{max}$ の各予測次数 $P_h$ 毎に予測次数 $P_h$ の線形予測係数（ $P_h$ 個の係数）を求め、その線形予測係数をPARCOR係数に変換する。

【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

30

【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

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

図4に示したこの方法によれば、Levinson-Durbin法又はBurg法のような入力信号に窓関数をかける必要が無いので、より精度の高い線形予測係数を求めることができ、従ってより正確に最適予測次数を決定することができるが、各予測次数 $P_h$ ごとに $P_h$ 個の全係数を計算する必要があり、必要な演算処理量が図3の場合に比べ圧倒的に大となる欠点がある。

【0015】

40

この発明の目的は、演算処理量が少なく、かつより正確な最適予測次数を決定できる予測次数決定方法及びそれを使った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】

【0016】

この発明の第1の観点による時系列入力信号に対する予測次数決定方法は、

(a) フレーム毎に上記入力信号を逐次的方法により線形予測分析し、予め決めた第1の範囲の各予測次数について、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と、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として得るステップと、

(b) 上記初期値を含み、上記第1の範囲より狭い第2の範囲の各予測次数で上記入力信

50

号を、予測次数毎に全次の線形予測係数を求める方法により線形予測分析し、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と、の合計が最小となる予測次数を最適予測次数と決定するステップ、  
とを含むことを特徴とする。

## 【0017】

この発明の第2の観点によるマルチチャネル時系列入力信号中の何れかのチャネルに対する予測次数決定方法は、

(a) フレーム毎に該チャネル以外の何れかのチャネルの入力信号を線形予測分析し、予め決めた第1の範囲の各予測次数について、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と、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として得るステップと、

(b) 上記初期値を含み、上記第1の範囲より狭い第2の範囲の各予測次数で該チャネルの入力信号を、予測次数毎に全次の線形予測係数を求める方法により線形予測分析し、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と、の合計が最小となる予測次数を最適予測次数と決定するステップ、  
とを含むことを特徴とする。

## 【0018】

この発明の第3の観点によるマルチチャネル時系列入力信号中の何れかのチャネルに対する最適予測次数の決定方法は、

(a) フレーム毎に該チャネルの入力信号を該チャネルの信号のみを用いて線形予測分析し、予め決めた第1の範囲の各予測次数について、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と、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として得るステップと、

(b) 上記初期値を含み、上記第1の範囲より狭い第2の範囲の各予測次数で該チャネルの入力信号を該チャネルの線形予測残差と該チャネル以外のチャネルの信号の線形予測残差との重み付き差分が最小となる基準で全次の線形予測係数を求め、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と、の合計が最小となる予測次数を最適予測次数と決定するステップ、  
とを含むことを特徴とする最適予測次数決定方法。

## 【0019】

この発明による線形予測符号化の最適予測係数決定方法は、上記のいずれかの最適予測次数決定方法によって最適予測次数を決定し、さらに、上記最適予測次数に対応する上記ステップ(b)で求めた線形予測係数を最適予測係数と決めることを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0020】

この発明によれば、少ない演算量で、正確に最適予測次数を決定できる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0021】

図5はこの発明による最適予測次数決定方法及び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。まず、図3の方法におけると同様に、Step100~Step300を行う。

## 【0022】

Step100：1次から予め決めた最大予測次数 $P_{max}$ までのPARCOR係数を例えばLevinson-Durbin法又はBurg法のような、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手法（以下、「逐次法」と呼ぶ）により算出する。

## 【0023】

Step200：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PARCOR係数を符号化して係数符号量を求める。

## 【0024】

Step300：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。

以降は図3の場合と異なり、最適予測次数決定方法はStep410～Step450を行い、最適予測係数決定方法はこれらに加え、図5中に破線で示すようにStep460も行う。

【0025】

Step410：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次数探索の初期値 $P_0$ とする。

【0026】

Step420：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のような、予測次数毎に全次の線形予測係数またはPARCOR係数を求める厳密な手法（以下、「厳密法」と呼ぶ）により線形予測係数を算出する。ここで、 $P_v$ は例えば  
 $1 \leq P_v < (P_{min} + P_{max}) / 2$ 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、 $0 \leq P_b \leq P_0 - P_{min}$ 、 $0 \leq P_t \leq P_{max} - P_0$ 、 $P_b + P_t$ の範囲で予め決めた整数である。

【0027】

Step430：上記探索範囲の各予測次数での係数符号を求め、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等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。

【0028】

Step440：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、残差符号量は実際に残差を符号化して求めた符号量でなくても、例えば、予測残差のパワーや絶対値和等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。

【0029】

Step450：Step430で得られた係数符号量とStep440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。

【0030】

Step460：最適予測次数 $P_v$ のときのStep420で求めた線形予測係数を最適な予測係数と決定する。

【0031】

図5の実施例を図2の線形予測符号化装置に適用した場合、線形予測分析部11は図5のStep450までにより最適予測次数 $P_v$ を決定し、Step460で求めた線形予測係数をPARCOR係数 $K = \{k(1), k(2), \dots, k(P_v)\}$ に変換し、得られたPARCOR係数 $K$ を最適な予測係数として出力する。従ってこの場合、図2における線形予測分析部11自体がこの発明による最適予測次数決定装置を含む最適予測係数決定装置を構成していることになる。

【0032】

この実施例の最適予測次数決定装置40及びそれを含む最適予測係数決定装置11の機能構成を図6に示す。この実施例の最適予測次数決定装置40は、逐次線形予測分析部100と、係数符号量算出部200と、残差符号量算出部300と、最適次数探索初期値決定部410と、厳密線形予測分析部420と、係数符号量算出部430と、残差符号量算出部440と、最適次数探索部450とにより構成されている。最適予測係数決定装置11は、最適予測次数決定装置40と最適係数決定部460とから構成されている。

【0033】

逐次線形予測分析部100は、入力信号 $x(n)$ が与えられて図5のStep100を行い各予測次数の場合のPARCOR係数を求める。係数符号量算出部200及び残差符号量算出部300はそれぞれ図5のStep200及びStep300を行い、各予測次数の場合の係数符号量及び残差符号量を求める。最適次数探索初期値決定部410は図5のStep410を行い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次数探索の初期値 $P_0$ と決定する。

【0034】

厳密線形予測分析部420は入力信号 $x(n)$ と最適次数探索初期値 $P_0$ が与えられ、図5の

10

20

30

40

50

Step420で厳密法による線形予測分析を行なって各予測次数の場合の線形予測次数を求める。係数符号量算出部430及び残差符号量算出部440はそれぞれ図5のStep430及びStep440を行なっ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450は図5のStep450を行なっ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460は、図5のStep460を行い最適予測次数 $P_v$ が決定されたときの予測係数を最適予測係数として出力する。

【0035】

このように、この実施例ではLevinson-Durbin法又はBurg法などの逐次法により少ない演算処理量で暫定的な最適予測次数（最適予測次数探索の初期値） $P_0$ を求め、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などの厳密法により求めた線形予測係数から予測係数の符号量を求めるとともに残差符号の符号量を求め、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、及び必要に応じて最適予測係数、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。

【0036】

図5のStep300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Step100で得た各予測次数でのPARCOR係数またはそのPARCOR係数を量子化した量子化済PARCOR係数を線形予測係数に変換し、得られた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。

【0037】

残差符号量を推定する方法としては、例えば、各予測次数でのPARCOR係数を使って求め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

【0038】

【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、

【0039】

【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。

【0040】

図5のStep440における残差符号量としても、Step420で求めた線形予測係数を使って上述と同様に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実際の符号量を用いてもよいし、Step420で得られた線形予測係数をPARCOR係数に変換し、上述のように各予測次数でのPARCOR係数を使って求めた予測残差のエネルギーから推定した符号量を用いてもよい。

【0041】

以上の説明において、多チャネル信号符号化にこの発明を適用する場合、後述のように

10

20

30

40

50

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。

【0042】

#### マルチチャンネル信号符号化

この発明による線形予測符号化の最適予測次数の決定方法を適用したマルチチャンネル信号符号化方法及び装置を以下に説明する。

< 第1実施例 >

図6は、図5に示した方法を2チャンネル信号符号化装置に適用した実施例を示す。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分析予測次数は、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と近いことが推定される。図7の実施例では、2チャンネル信号の符号化装置にこの発明を適用することにより、線形予測分析部において最適な予測次数を決定する演算処理量を減らすことができる。

【0043】

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の符号化構成を同様である。図7は、左チャンネルの最適予測次数を求める方法として本発明を適用したものであり、右チャンネルの線形予測分析部11Rで図5のStep100~Step410により決定された最適予測次数 $P_0$ が左チャンネルの線形予測分析部31Lに最適予測次数探索の初期値として与えられ、Step420~Step450が実行されることが特徴である。

【0044】

線形予測分析部11Rに与えられた右チャンネル入力信号 $x^R(n)$ に対し、予め決めた第1の範囲( $P_{min1} \sim P_{max1}$ )の各予測次数の線形予測係数を逐次法で求める。具体的には、1次から $P_{max1}$ 次まで順次次数を増加させながら、順次増加させた次数分のみPARCOR係数または線形予測係数を例えばLevinson-Durbin法又はBurg法のような逐次的方法により線形予測分析を行なって求める。そして、 $P_{min1} \sim P_{max1}$ の各次における予測残差符号量と係数符号量を求めて、それらの合計が最小となる予測次数 $P_0$ を決め、その予測次数 $P_0$ で得られた予測係数をPARCOR係数 $K^R = \{k^R(1), k^R(2), \dots, k^R(P_0)\}$ として出力する。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て予測残差 $e^R(n)$ 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。

【0045】

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 $C_0^R$ 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。

【0046】

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は線形予測分析部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( $P_{min2} \sim P_{max2}$ )の各予測次数で入力信号 $x^L(n)$ に対し例えば共分散法や数値計算法のような厳密な方法で線形予測分析を行ない、予測残差とそのときの線形予測係数の符号量の合計を求め、合計符号量が最も小さくなる予測次数を最適予測次数 $P_v$ と決定する。そして、この最適予測次数 $P_v$ のときの厳密法で求めた線形予測係数を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。

【0047】

量子化部32LはPARCOR係数 $K^L$ を量子化し、量子化済PARCOR係数 $K'^L = \{k'^L(1), k'^L(2),$

10

20

30

40

50

...,  $k^L(P_v)$ }}を出力する。逆変換部 3 3 L は量子化済PARCOR係数 $K^L$ を線形予測係数 $a^L = \{k^L(1), k^L(2), \dots, k^L(P_0)\}$ に変換する。線形予測フィルタ 3 4 L 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て予測残差 $e^L(n)$ を出力する。線形予測分析部 3 1 L、量子化部 3 2 L、逆変換部 3 3 L、線形予測フィルタ 3 4 L は線形予測分析手段 3 0 を構成している。

#### 【 0 0 4 8 】

係数符号化部 2 1 L 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 2 2 L 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 2 3 L は係数符号 $C_k^L$ と残差符号 $C_e^L$ を合成し、Lチャネル符号 $C_g^L$ として出力する。残差符号化部 2 2 L、係数符号化部 2 1 L、符号合成部 2 3 L は符号化手段 2 0 L を構成している。

10

#### 【 0 0 4 9 】

また、この実施例では線形予測分析部 1 1 R と 3 1 L の組がこの発明による最適予測次数決定装置及びそれを含む最適予測係数決定装置を構成している。この実施例の最適予測次数決定装置 4 0 ' 及びそれを含む最適予測係数決定装置 1 1 ' の機能構成を図 8 に示す。この実施例の最適予測次数決定装置 4 0 ' は、線形予測分析部 1 1 R 中の逐次線形予測分析部 1 0 0 と係数符号量算出部 2 0 0 と残差符号量算出部 3 0 0 と最適次数探索初期値決定部 4 1 0 と、線形予測分析部 3 1 L 中の厳密線形予測分析部 4 2 0 と係数符号量算出部 4 3 0 と残差符号量算出部 4 4 0 と最適次数探索部 4 5 0 とにより構成されている。最適予測係数決定装置 1 1 ' は、最適予測次数決定装置 4 0 ' と、線形予測分析部 1 1 R 中の最適係数決定部 4 1 1 と、線形予測分析部 3 1 L 中の最適係数決定部 4 6 0 とから構成されている。

20

#### 【 0 0 5 0 】

逐次線形予測分析部 1 0 0 は、入力信号 $x^R(n)$ が与えられて図 5 の Step100 を行い各予測次数の場合のPARCOR係数を求める。係数符号量算出部 2 0 0 及び残差符号量算出部 3 0 0 はそれぞれ図 5 の Step200 及び Step300 を行い、各予測次数の場合の係数符号量及び残差符号量を求める。最適次数探索初期値決定部 4 1 0 は図 5 の Step410 を行い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次数探索の初期値 $P_0$ と決定する。

#### 【 0 0 5 1 】

厳密線形予測分析部 4 2 0 は入力信号 $x^L(n)$ と最適次数探索初期値 $P_0$ が与えられ、図 5 の Step420 で厳密法による線形予測分析を行なって各予測次数の場合の線形予測次数を求める。係数符号量算出部 4 3 0 及び残差符号量算出部 4 4 0 はそれぞれ図 5 の Step430 及び Step440 を行なっ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 4 5 0 は図 5 の Step450 を行なって係数符号量と残差符号量の合計が最小となる時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 4 6 0 は、図 5 の Step460 を行い最適予測次数 $P_v$ が決定されたときの予測係数を左チャネルの最適予測係数として出力する。一方、最適係数決定部 4 1 1 は、最適次数探索初期値決定部 4 1 0 が探索初期値 $P_0$ を決めたときの予測係数を右チャネルの最適予測係数として出力する。

30

#### 【 0 0 5 2 】

##### チャネル間相関を利用した符号化

40

マルチチャネル信号の圧縮符号化では、“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 (以下、参考文献 1 と呼ぶ) に示されているように、チャネル間の相関を利用して符号化を行うことにより、圧縮効率の良い符号化を行うことができる。具体的には、所望の 1 つのチャネルを親チャネルとし、他を子チャネルとし、それぞれのチャ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 $a = \{k(1), k(2), \dots, k(P)\}$ ,  $k(0) = 1$  を用いたフィルタを通して得られる親チャネルの予測残差に対して各子チャ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、各子チャネルについてはその予測係数と残差差分を

50

符号化している。

【 0 0 5 3 】

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

【 0 0 5 4 】

【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定めることが鎌本、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2と呼ぶ）に示されている。ここで、重み係数  $\gamma$  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、

【 0 0 5 5 】

【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める変形された共分散法（これも線形予測分析の厳密な手法の1つであり、以降、変形共分散法と呼ぶ）も、参考文献2に示されている。以下のマルチチャン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 5 6 】

< 第2実施例 >

図9は図10に示すチャン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ンネル信号符号化装置に適用する予測次数の決定方法の処理手順を示す。この実施例では、Step410'で示すように、子チャンネル側のチャンネル間相関を利用した線形予測分析部54Mにおいて、他のチャンネルである親チャンネルの線形予測分析部11Rにおいて決定された最適予測次数 $P_0$ を最適予測次数探索の初期値として使用することが特徴である。共分散法または数値計算による手法を用いるStep420の代わりに変形共分散法を用いるStep420'を行う以外は図5のStep420~Step460の対応する処理手順と同じである。

【 0 0 5 7 】

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

【 0 0 5 8 】

線形予測分析部11Rは入力された親チャンネル信号 $x^R(n)$ から図5で説明した方法によ

10

20

30

40

50

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ンネル間相関を利用した線形予測分析部54Mに与える。量子化部12R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13R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14R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、入力された親チャンネル原信号 $x^R(n)$ 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。

【0059】

【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21R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22R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23Rは残差符号 $C_e^R$ と係数符号 $C_k^R$ を合成し、親チャンネル合成符号 $C_g^R$ を出力する。

【0060】

チャンネル間相関を利用した線形予測分析部54M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 $P_h$ ( $h=-P_v, \dots, +P_v$ )それぞれについて以下のStep1~Step4を行う。

【0061】

Step1: 入力された子チャンネル信号 $x^L(n)$ と、線形予測フィルタ14Rからの親チャンネル予測残差 $e^R(n)$ とを使ってチャン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。

【0062】

Step2: 線形予測係数 $a^M$ をPARCOR係数に変換し、係数符号量を推定する。

【0063】

Step3: 親チャンネル予測残差 $e^R(n)$ と相関を考慮した子チャンネル予測残差 $e^M(n)$ 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。

【0064】

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。

【0065】

チャンネル間相関を利用した線形予測分析部54M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。

【0066】

変換部55M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56M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57M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58M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 $e^M(n)$ を得る。ただし $a'^M(0)=1$ とする。

【0067】

10

20

30

40

【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51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 $\gamma$ を求める。

【0068】

【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52は重み係数 $\gamma$ を量子化し、量子化済重み係数 $\gamma'$ を得る。重み付き減算処理部53は、予測残差 $e^R(n)$ 、 $e^M(n)$ と量子化済重み係数 $\gamma'$ を用いて以下の式より、残差差分信号 $e'^M(n)$ を得る。

【0069】

【数9】

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

重み計算部51、重み量子化部52、重み付き減算処理部53、チャネル間相関を利用した線形予測分析部54M、変換部55M、量子化部56M、逆変換部57M、線形予測フィルタ58Mは線形予測分析手段50を構成している。

20

【0070】

残差符号化部61M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64M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62Mは量子化済重み係数 $\gamma'$ を符号化し重み符号 $C_w^M$ を出力する。符号合成部63M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61M、重み符号化部62M、符号合成部63M、係数符号化部64Mは符号化手段60を構成している。

【0071】

また、この実施例では線形予測分析部11Rとチャネル間相関を利用した線形予測分析部54Mの組がこの発明の最適予測次数決定装置及びそれを含む最適予測係数決定装置を構成している。

30

【0072】

&lt;第3実施例&gt;

図11は図12の多チャネル信号符号化装置に適用するこの発明による予測次数決定方法の処理手順を示す。ここでは、子チャネル側の信号 $x^L(n)$ に対するチャネル相関を利用した予測分析において、同じ子チャネル側の線形予測分析部31Lにおいて決定した最適予測次数 $P_0$ を探索の初期値として使用することが特徴である。またこの実施例では、子チャネルに関しては、子チャネルについて独立して線形予測分析を行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 $C_g^L$ と、図10の実施例で求めた $C_g^M$ の符号量を符号量比較部で比較して少ない方を出力している。

40

【0073】

図12の実施例は、図10の実施例に対し、線形予測分析部11L、量子化部12L、逆変換部13L、線形予測フィルタ14L、残差符号化部22L、係数符号化部21L、符号合成部23L、符号量比較部71が追加されている。

【0074】

図11の処理において、Step100の代わりに子チャネルについて独立してPARCOR係数を算出するStep100'を行い、Step420の代わりに親チャネルとの相関を考慮した手法により線形予測係数を算出するStep420'を行う以外は、図5のStep100~Step450の処理と同様である。Step100'~Step410は子チャネル側の線形予測分析部11Lによって実行され、

50

Step420' ~ Step450は同じ子チャネル側のチャネル間相関を利用した線形予測分析部54Mにおいて実行される。

【0075】

線形予測分析部11Lは入力された子チャネル原信号 $x^L(n)$ を従来の線形予測分析方法(Levinson-Durbin法又はBurg法などの逐次法または共分散法または数値計算法などの厳密法)により線形予測分析し、最適予測次数探索初期値 $P_0$ を求め、PARCOR係数 $K^L=\{k^L(1), k^L(2), \dots, k^L(P_0)\}$ を出力する。量子化部12L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13L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14L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。

10

【0076】

【数10】

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

残差符号化部22L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21L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23Lは残差符号 $C_e^L$ と係数符号 $C_k^L$ を合成し、通常子チャネル合成符号 $C_g^L$ を出力する。

20

【0077】

この実施例では、子チャネルの線形予測分析部11Lにおいて子チャネルについて独立して線形予測分析を行う方法により求めた最適予測次数 $P_0$ がチャネル間相関を利用した線形予測分析部54Mに与えられる。チャネル間相関を利用した線形予測分析部54Mは、与えられた予測次数 $P_0$ を初期値とし、図9, 10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55M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58Mにより子チャネルの予測残差を生成し、重み計算部51及び重み付き減算処理部53に与える。

30

【0078】

符号合成部23Lからの合成符号 $C_g^L$ と符号合成部63Mからの合成符号 $C_g^M$ が符号量比較部71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ネルの符号として出力する(図11のStep600)。つまり、この実施例では、線形予測分析部11Lは子チャネルについて独立した線形予測分析方法に基づいて最適予測次数 $P_0$ を決定してそのときの予測係数を出力し、チャネル間相関を利用した線形予測分析部54Mはその最適予測次数 $P_0$ を初期値として使って図5のStep420~Step460により変形共分散法による予測次数の探索を実行している。従って、この実施例では線形予測分析部11Lとチャネル間相関を利用した線形予測分析部54Mの組がこの発明の最適予測次数決定装置及びそれを含む最適予測係数決定装置を構成している。

40

【0079】

この実施例によれば、チャネル間相関を利用した線形予測分析部における最適予測次数の探索を少ない演算量で行うことができる。

【0080】

図13は、図12のチャネル間相関を利用した線形予測分析部54Mにおいて、入力信号 $x^L(n)$ の各フレーム毎に1次から予め決めた $P_{max}$ 次までの各予測次数で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求めた最適予測次数 $P_v$ に対する、子チャ

50

チャンネルの線形予測分析部 1 1 L において従来のLevinson-Durbin法又はBurg法により推定した最適予測次数 $P_0$ との差を求めることを所定長の入力信号について繰り返し、各最適予測次数 $P_0$ との差に対する変形共分散法による最適予測次数の出現確率分布を示す。入力信号はサンプル周波数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12の実施例において、線形予測分析部 3 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。

#### 【0081】

図14は図10又は12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、符号量の少ないほうを採用する。

#### 【0082】

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 $C_{gx}$ 出力するまでは図10, 12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、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。

#### 【0083】

線形予測分析部 1 1 V は以下の処理を実行する。

#### 【0084】

Step1: 入力信号 $x(n)$ を用いて予測次数 $P_{v_i} = P_0$ の共分散法による線形予測分析を行ない、線形予測係数 $a_{v_i} = \{ a_{v_i}(1), a_{v_i}(2), \dots, a_{v_i}(P_{v_i}) \}$ を得る。これをPARCOR係数 $K_{v_i} = \{ k_{v_i}(1), k_{v_i}(2), \dots, k_{v_i}(P_{v_i}) \}$ に変換し、予測次数 $P_{v_i}$ の符号量を含む係数符号量を得る。式(8)において $P_{max} = P_{v_i}$ 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。

#### 【0085】

Step2: 入力信号 $x(n)$ を用いて予測次数 $P_{v_i} = P_0 - 1$ の共分散法による線形予測分析を行ない、線形予測係数 $a_{v_i} = \{ a_{v_i}(1), a_{v_i}(2), \dots, a_{v_i}(P_{v_i}) \}$ を得る。これをPARCOR係数 $K_{v_i} = \{ k_{v_i}(1), k_{v_i}(2), \dots, k_{v_i}(P_{v_i}) \}$ に変換し、予測次数 $P_{v_i}$ の符号量を含む係数符号量を得る。式(8)において $P_{max} = P_{v_i}$ 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。

#### 【0086】

Step3: 入力信号 $x(n)$ を用いて予測次数 $P_{v_i} = P_0 + 1$ の共分散法による線形予測分析を行ない、線形予測係数 $a_{v_i} = \{ a_{v_i}(1), a_{v_i}(2), \dots, a_{v_i}(P_{v_i}) \}$ を得る。これをPARCOR係数 $K_{v_i} = \{ k_{v_i}(1), k_{v_i}(2), \dots, k_{v_i}(P_{v_i}) \}$ に変換し、係数符号量を得る。式(8)において $P_{max} = P_{v_i}$ 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

10

20

30

40

50

た符号量を求める。

【 0 0 8 7 】

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 $P_{v_i}$ を最適予測次数 $P_v$ と決定する。

【 0 0 8 8 】

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 $K'_v = \{ P_v, k'_v(1), k'_v(2), \dots, k'_v(P_v) \}$ 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

10

【 0 0 8 9 】

【 数 1 1 】

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

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 2 0 V を構成している。

20

【 0 0 9 0 】

図 1 4 の変形例は図 1 2 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 4 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。

【 0 0 9 1 】

図 1 5 は、図 1 4 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 4 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 4 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 5 では、線形予測分析部 1 1 V は各予測次数 $P_v = P_0 - P_v, P_0 - P_v + 1, \dots, P_0, \dots, P_0 + P_v - 1, P_0 + P_v$ 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 $P_v$ 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。

30

40

【 0 0 9 2 】

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。

【 0 0 9 3 】

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。

50

## 【 0 0 9 4 】

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。

## 【 0 0 9 5 】

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。

## 【 0 0 9 6 】

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 9 7 】

## 【 数 1 2 】

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

## 【 0 0 9 8 】

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。

## 【 0 0 9 9 】

Step6：係数符号化部 2 1 V は最適予測次数 $P_{v_i}$ 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。

## 【 0 1 0 0 】

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。

## 【 0 1 0 1 】

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、それによって線形予測分析部 1 1 V は各予測次数 $P_v=P_0+i$ 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。

## 【 0 1 0 2 】

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 3 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。

## 【 0 1 0 3 】

図 1 5 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 1 0 4 】

## &lt; 応用例 1 &gt;

前述の図 7 及び 1 0 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(MEG)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チャンネルの最適予測次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 6 に示す。

## 【 0 1 0 5 】

Step410：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。

Step420：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

10

20

30

40

50

出する。

Step430：上記範囲の各予測次数の場合の係数符号量を求める。

Step440：上記範囲の各予測次数の場合の残差符号量を求める。

Step450：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。

Step460：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。

【0106】

例えば、512チャンネルのMEG信号(M=512)であれば、その10分の1程度の50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。

【0107】

<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17に示す。

Step410"：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。

Step415：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。以降のStep420~Step460は図16の場合と同様なので説明を省略する。

【0108】

ここで、Step410"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、Step415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。また、Step420の代わりに、他チャンネルとの相関を考慮した厳密法である変形共分散法などを用いてもよい。この場合は、Step420を図11のStep420'に置き換える構成となる。

【0109】

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

【0110】

【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】従来の線形予測符号化の機能構成ブロック図。

【図3】従来の予測次数決定方法の処理手順を示すフロー図。

【図4】従来の他の予測次数決定方法の処理手順を示すフロー図。

【図5】この発明による予測次数決定方法の処理手順を示すフロー図。

【図6】この発明による最適予測次数決定装置及びそれを含む最適予測係数決定装置の機能構成を示すブロック図。

【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】この発明による最適予測次数決定装置及びそれを含む最適予測係数決定装置の他の例を示す機能構成ブロック図。

【図9】マルチチャンネル符号化に適用されたこの発明の予測次数決定方法の処理手順を示

10

20

30

40

50

すフロー図。

【図10】この発明を適用したマルチチャ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11】マルチチャネル符号化に適用されたこの発明の予測次数決定方法の他の例を示すフロー図。

【図12】この発明を適用したマルチチャ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13】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。

【図14】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。

10

【図15】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16】マルチチャ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17】図16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】

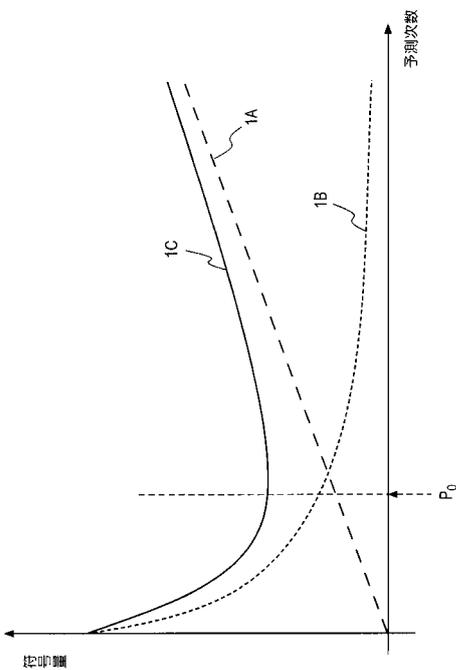


図1

【図2】

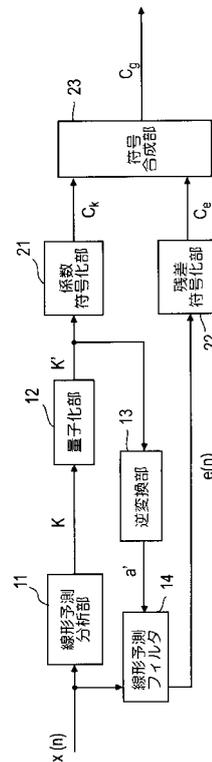


図2

【 図 3 】

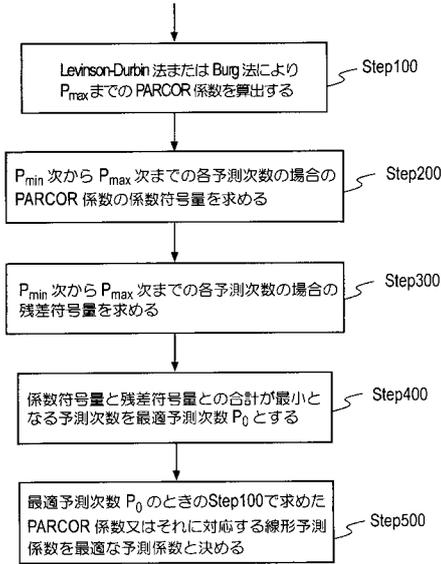


図3

【 図 4 】

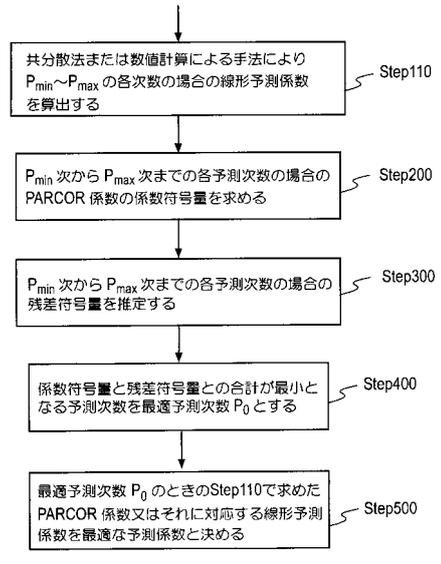


図4

【 図 5 】

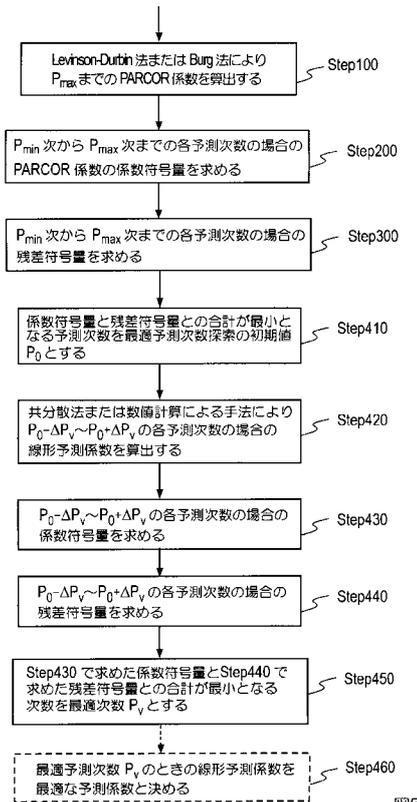


図5

【 図 6 】

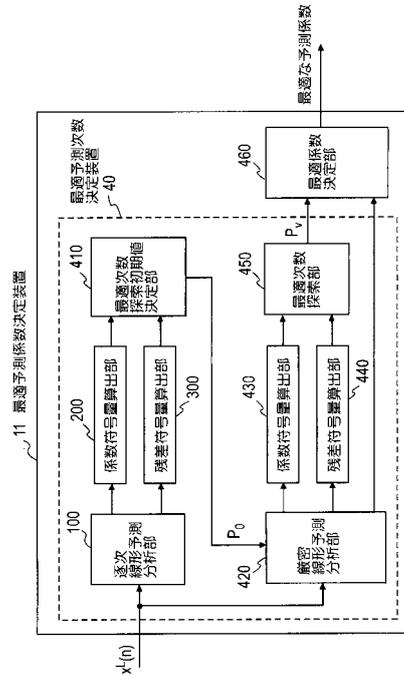


図6

【 図 7 】

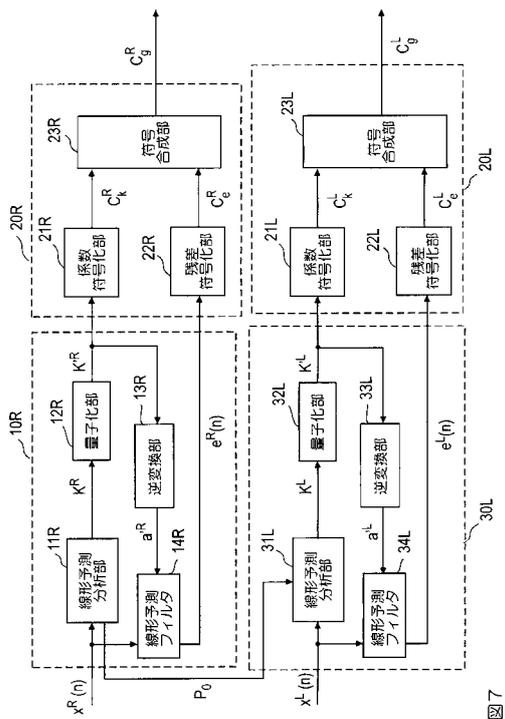


図 7

【 図 8 】

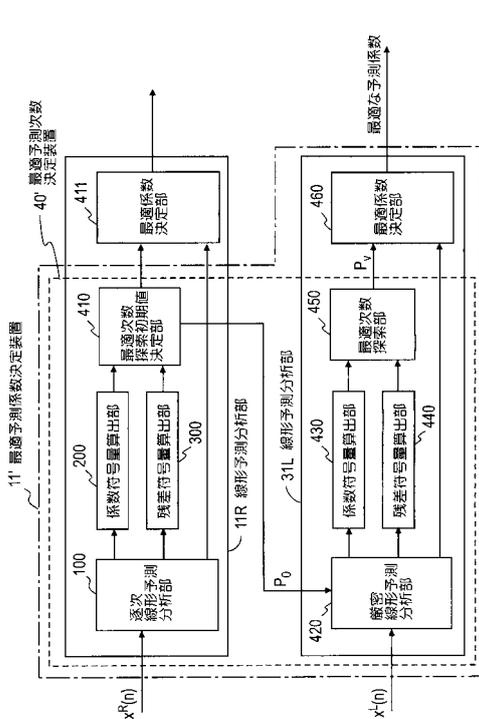


図 8

【 図 9 】

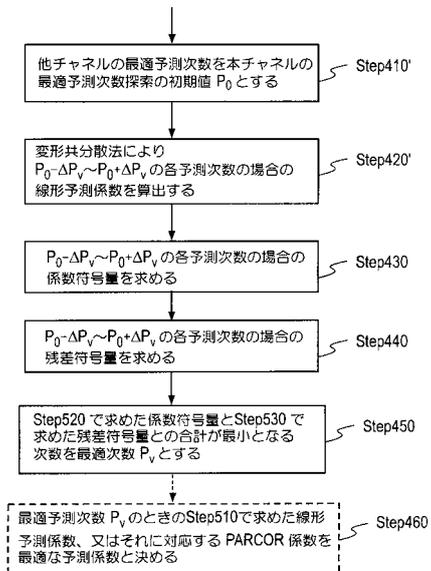


図 9

【 図 10 】

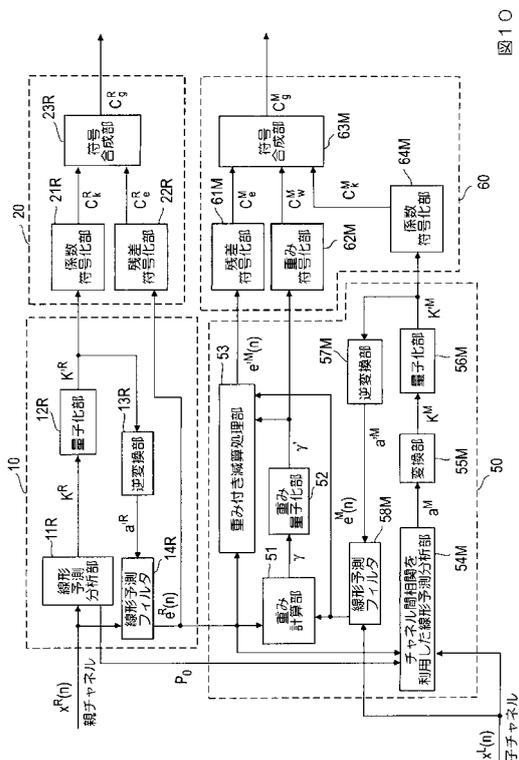


図 10

【 図 1 1 】

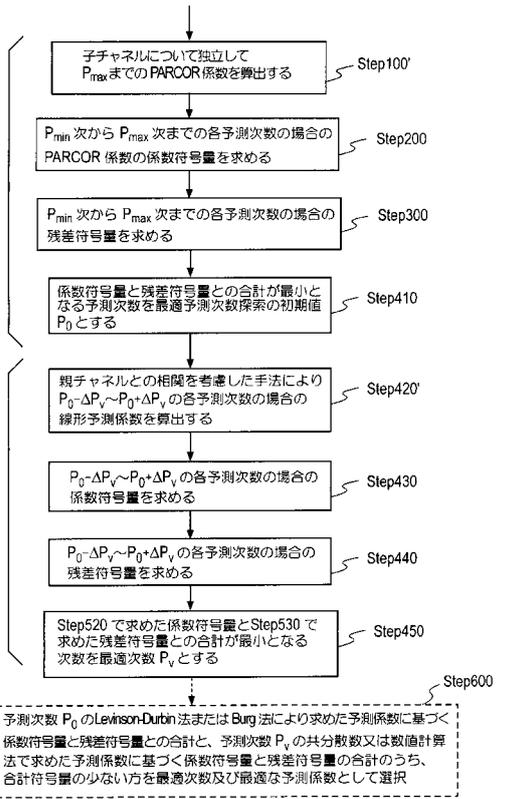


図 1 1

【 図 1 2 】

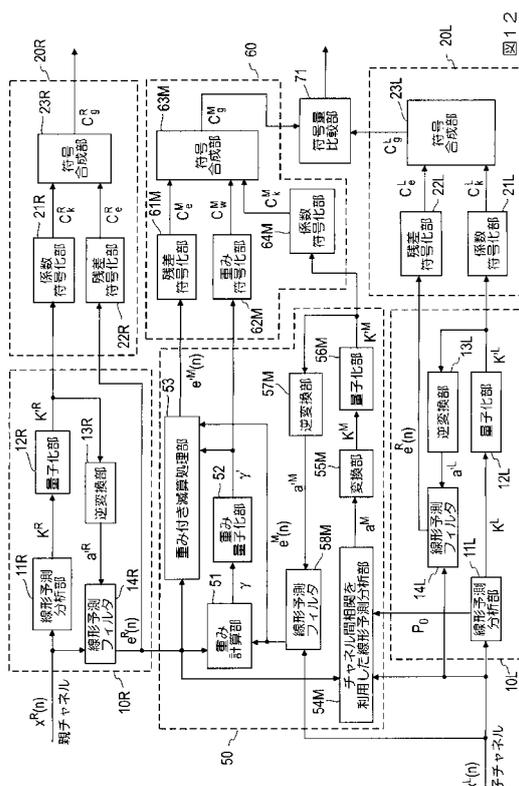


図 1 2

【 図 1 3 】

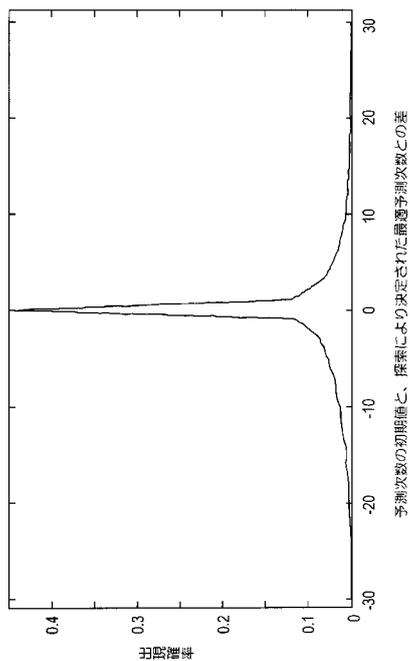


図 1 3

【 図 1 4 】

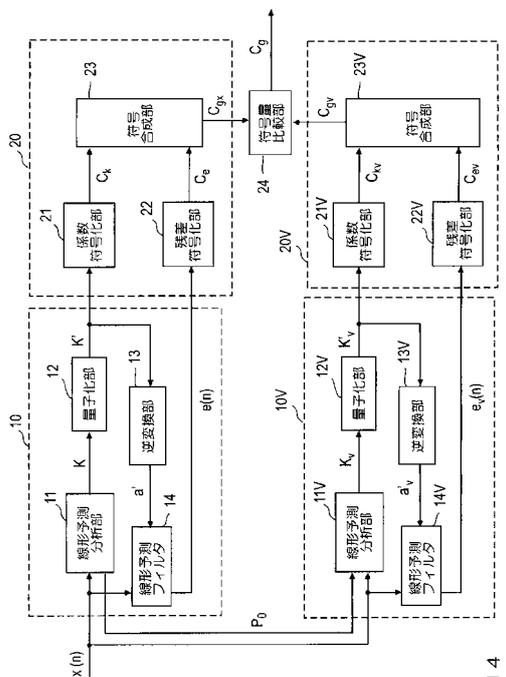


図 1 4

【図15】

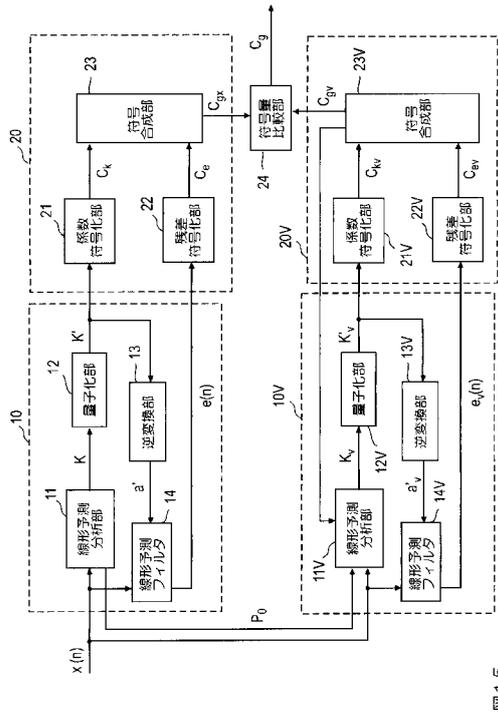


図15

【図16】

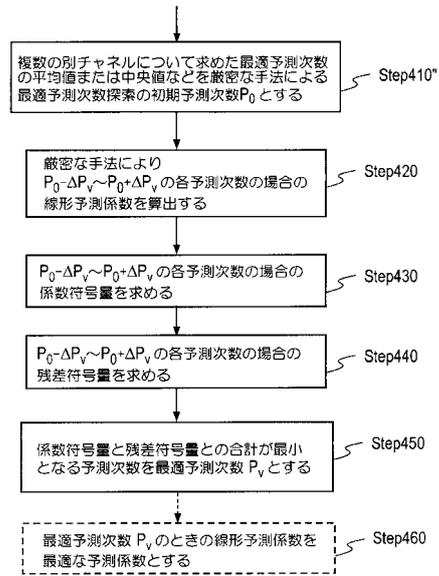


図16

【図17】

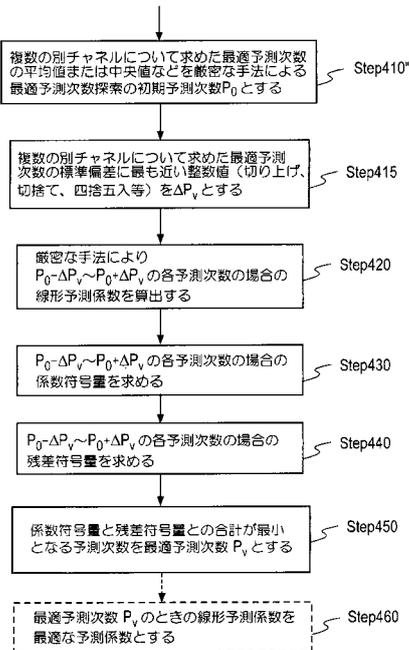


図17

## 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