

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4733552号
(P4733552)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年4月28日(2011.4.28)

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

請求項の数 14 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2006-105657 (P2006-105657)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成18年4月6日(2006.4.6)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2007-279393 (P2007-279393A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成19年10月25日(2007.10.25)	(74) 代理人	100121706
審査請求日	平成20年8月4日(2008.8.4)		弁理士 中尾 直樹
		(74) 代理人	100066153
			弁理士 草野 卓
		(74) 代理人	100128705
			弁理士 中村 幸雄
		(72) 発明者	守谷 健弘
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	原田 登
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PARCOR係数算出装置、PARCOR係数算出方法、そのプログラムおよびその記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

線形予測モデルのモデル次数(以下、単に「モデル次数」という。)が $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\alpha_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における前向き予測誤差 b_m を算出する前向き予測誤差更新手段と、

モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\alpha_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における後向き予測誤差 b_m を算出する後向き予測誤差更新手段と、

10

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m および後向き予測誤差 b_m を用いて、モデル次数 m における PARCOR 係数 $\alpha_{m, m}$ を算出する PARCOR 係数算出手段とを備えた PARCOR 係数算出装置であって、

モデル次数 $m - 1$ における平均エネルギー A_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\alpha_{m-1, m-1}$ の二乗を1から減じた値を乗ずることでモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する平均エネルギー算出手段を備え、

上記 PARCOR 係数算出手段は、

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、モデル次数 m における平均エネルギー A_m で除することによってモデル次数 m における PARCOR 係数 $\alpha_{m, m}$ を算出するものである

20

P A R C O R 係数算出装置。

【請求項 2】

線形予測モデルのモデル次数（以下、単に「モデル次数」という。）が $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ における P A R C O R 係数 $\beta_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における前向き予測誤差 b_m を算出する前向き予測誤差更新手段と、

モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ における P A R C O R 係数 $\beta_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における後向き予測誤差 b_m を算出する後向き予測誤差更新手段と、

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m および後向き予測誤差 b_m を用いて、モデル次数 m における P A R C O R 係数 $\beta_{m, m}$ を算出する P A R C O R 係数算出手段とを備えた P A R C O R 係数算出装置であって、

前向き予測誤差あるいは後向き予測誤差のいずれか一方のエネルギーに相当するモデル次数 $m - 1$ における予測誤差エネルギー C_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ における P A R C O R 係数 $\beta_{m-1, m-1}$ の二乗を 1 から減じた値を乗じることによってモデル次数 m における予測誤差エネルギー C_m を算出し、さらに、モデル次数 m における予測誤差エネルギー C_m と上記他方の予測誤差のモデル次数 m におけるエネルギーとの平均であるモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する平均エネルギー算出手段を備え、

上記 P A R C O R 係数算出手段は、

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、モデル次数 m における平均エネルギー A_m で除することによってモデル次数 m における P A R C O R 係数 $\beta_{m, m}$ を算出するものである

P A R C O R 係数算出装置。

【請求項 3】

線形予測モデルのモデル次数（以下、単に「モデル次数」という。）が $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ における P A R C O R 係数 $\beta_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における前向き予測誤差 b_m を算出する前向き予測誤差更新手段と、

モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ における P A R C O R 係数 $\beta_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における後向き予測誤差 b_m を算出する後向き予測誤差更新手段と、

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m および後向き予測誤差 b_m を用いて、モデル次数 m における P A R C O R 係数 $\beta_{m, m}$ を算出する P A R C O R 係数算出手段とを備えた P A R C O R 係数算出装置であって、

予め設定された条件（以下、「判定条件」という。）を満たすか否かを判定する判定手段と、

モデル次数 $m - 1$ における平均エネルギー A_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ における P A R C O R 係数 $\beta_{m-1, m-1}$ の二乗を 1 から減じた値を乗ずることによってモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する平均エネルギー算出手段と、

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m および後向き予測誤差 b_m の各エネルギーの平均（以下、「誤差依存平均エネルギー B_m 」という。）を算出する誤差依存平均エネルギー算出手段とを備え、

上記 P A R C O R 係数算出手段は、

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、上記判定手段の判定結果に応じてモデル次数 m における平均エネルギー A_m または誤差依存平均エネルギー B_m で除することによってモデル次数 m における P A R C O R 係数 $\beta_{m, m}$ を算出することが可能なものである

P A R C O R 係数算出装置。

10

20

30

40

50

【請求項4】

線形予測モデルのモデル次数（以下、単に「モデル次数」という。）が $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における前向き予測誤差 b_m を算出する前向き予測誤差更新手段と、

モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における後向き予測誤差 b_m を算出する後向き予測誤差更新手段と、

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m および後向き予測誤差 b_m を用いて、モデル次数 m における PARCOR 係数 $\rho_{m, m}$ を算出する PARCOR 係数算出手段とを備えた PARCOR 係数算出装置であって、

予め設定された条件（以下、「判定条件」という。）を満たすか否かを判定する判定手段と、

前向き予測誤差あるいは後向き予測誤差のいずれか一方のエネルギーに相当するモデル次数 $m - 1$ における予測誤差エネルギー C_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ の二乗を 1 から減じた値を乗じることによってモデル次数 m における予測誤差エネルギー C_m を算出し、さらに、モデル次数 m における予測誤差エネルギー C_m と上記他方の予測誤差のモデル次数 m におけるエネルギーとの平均であるモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する平均エネルギー算出手段と、

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m および後向き予測誤差 b_m の各エネルギーの平均（以下、「誤差依存平均エネルギー B_m 」という。）を算出する誤差依存平均エネルギー算出手段とを備え、

上記 PARCOR 係数算出手段は、

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、上記判定手段の判定結果に応じてモデル次数 m における平均エネルギー A_m または誤差依存平均エネルギー B_m で除することによってモデル次数 m における PARCOR 係数 $\rho_{m, m}$ を算出することが可能なものである

PARCOR 係数算出装置。

【請求項5】

上記判定条件が、

モデル次数が予め設定した次数であることであり、

上記 PARCOR 係数算出手段が、

モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、モデル次数 m が上記判定条件を満たす場合にはモデル次数 m における誤差依存平均エネルギー B_m で、モデル次数 m が上記判定条件を満たさない場合にはモデル次数 m における平均エネルギー A_m で除することによってモデル次数 m における PARCOR 係数 $\rho_{m, m}$ を算出する

請求項3または請求項4に記載の PARCOR 係数算出装置。

【請求項6】

上記「予め設定した次数」が、

予め定めた閾値以下の次数あるいは当該閾値よりも小さい次数である

請求項5に記載の PARCOR 係数算出装置。

【請求項7】

線形予測モデルの PARCOR 係数を、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数からモデル次数 m における PARCOR 係数を求める漸化関係から算出する PARCOR 係数算出方法であって、

前向き予測誤差更新部が、モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における前向き予測誤差 b_m を算出する前

10

20

30

40

50

向き予測誤差更新ステップと、

後向き予測誤差更新部が、モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における後向き予測誤差 b_m を算出する後向き予測誤差更新ステップと、

平均エネルギー算出部が、モデル次数 $m - 1$ における平均エネルギー A_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ の二乗を 1 から減じた値を乗ずることでモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する平均エネルギー算出ステップと、

PARCOR 係数算出部が、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、モデル次数 m における平均エネルギー A_m で除することによってモデル次数 m における PARCOR 係数 $\rho_{m, m}$ を算出する PARCOR 係数算出ステップと

を有する PARCOR 係数算出方法。

【請求項 8】

線形予測モデルの PARCOR 係数を、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数からモデル次数 m における PARCOR 係数を求める漸化関係から算出する PARCOR 係数算出方法であって、

前向き予測誤差更新部が、モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における前向き予測誤差 b_m を算出する前向き予測誤差更新ステップと、

後向き予測誤差更新部が、モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における後向き予測誤差 b_m を算出する後向き予測誤差更新ステップと、

平均エネルギー算出部が、前向き予測誤差あるいは後向き予測誤差のいずれか一方のエネルギーに相当するモデル次数 $m - 1$ における予測誤差エネルギー C_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ の二乗を 1 から減じた値を乗じることによってモデル次数 m における予測誤差エネルギー C_m を算出し、さらに、モデル次数 m における予測誤差エネルギー C_m と上記他方の予測誤差のモデル次数 m におけるエネルギーとの平均であるモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する平均エネルギー算出ステップと、

PARCOR 係数算出部が、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、モデル次数 m における平均エネルギー A_m で除することによってモデル次数 m における PARCOR 係数 $\rho_{m, m}$ を算出する PARCOR 係数算出ステップと

を有する PARCOR 係数算出方法。

【請求項 9】

線形予測モデルの PARCOR 係数を、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数からモデル次数 m における PARCOR 係数を求める漸化関係から算出する PARCOR 係数算出方法であって、

前向き予測誤差更新部が、モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における前向き予測誤差 b_m を算出する前向き予測誤差更新ステップと、

後向き予測誤差更新部が、モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $\rho_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における後向き予測誤差 b_m を算出する後向き予測誤差更新ステップと、

10

20

30

40

50

判定部が、予め設定された条件（以下、「判定条件」という。）を満たすか否かを判定する判定ステップと、

上記判定ステップにおいて判定条件を満たすと判定された場合において、

誤差依存平均エネルギー算出部が、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m および後向き予測誤差 b_m の各エネルギーの平均（以下、「誤差依存平均エネルギー B_m 」という。）を算出する誤差依存平均エネルギー算出ステップと、

P A R C O R 係数算出部が、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、モデル次数 m における誤差依存平均エネルギー B_m で除することによってモデル次数 m における P A R C O R 係数 $r_{m,m}$ を算出する第 1 P A R C O R 係数算出ステップと、

10

上記判定ステップにおいて判定条件を満たさないと判定された場合において、

平均エネルギー算出部が、モデル次数 $m-1$ における平均エネルギー A_{m-1} に、モデル次数 $m-1$ における P A R C O R 係数 $r_{m-1,m-1}$ の二乗を 1 から減じた値を乗ずることでモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する平均エネルギー算出ステップと、

上記 P A R C O R 係数算出部が、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、モデル次数 m における平均エネルギー A_m で除することによってモデル次数 m における P A R C O R 係数 $r_{m,m}$ を算出する第 2 P A R C O R 係数算出ステップと

を有する P A R C O R 係数算出方法。

20

【請求項 10】

線形予測モデルの P A R C O R 係数を、モデル次数 $m-1$ における P A R C O R 係数からモデル次数 m における P A R C O R 係数を求める漸化関係から算出する P A R C O R 係数算出方法であって、

前向き予測誤差更新部が、モデル次数 $m-1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m-1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m-1$ における P A R C O R 係数 $r_{m-1,m-1}$ からモデル次数 m における前向き予測誤差 b_m を算出する前向き予測誤差更新ステップと、

後向き予測誤差更新部が、モデル次数 $m-1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m-1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m-1$ における P A R C O R 係数 $r_{m-1,m-1}$ からモデル次数 m における後向き予測誤差 b_m を算出する後向き予測誤差更新ステップと、

30

判定部が、予め設定された条件（以下、「判定条件」という。）を満たすか否かを判定する判定ステップと、

上記判定ステップにおいて判定条件を満たすと判定された場合において、

誤差依存平均エネルギー算出部が、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m および後向き予測誤差 b_m の各エネルギーの平均（以下、「誤差依存平均エネルギー B_m 」という。）を算出する誤差依存平均エネルギー算出ステップと、

P A R C O R 係数算出部が、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、モデル次数 m における誤差依存平均エネルギー B_m で除することによってモデル次数 m における P A R C O R 係数 $r_{m,m}$ を算出する第 1 P A R C O R 係数算出ステップと、

40

上記判定ステップにおいて判定条件を満たさないと判定された場合において、

平均エネルギー算出部が、前向き予測誤差あるいは後向き予測誤差のいずれか一方のエネルギーに相当するモデル次数 $m-1$ における予測誤差エネルギー C_{m-1} に、モデル次数 $m-1$ における P A R C O R 係数 $r_{m-1,m-1}$ の二乗を 1 から減じた値を乗ずることでモデル次数 m における予測誤差エネルギー C_m を算出し、さらに、モデル次数 m における予測誤差エネルギー C_m と上記他方の予測誤差のモデル次数 m におけるエネルギーとの平均であるモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する平均エネルギー算出ステップと、

50

上記 P A R C O R 係数算出部が、モデル次数 m における前向き予測誤差 $b_{m,m}$ と後向き予測誤差 $b_{m,m}$ との内積を、モデル次数 m における平均エネルギー A_m で除することによってモデル次数 m における P A R C O R 係数 $\gamma_{m,m}$ を算出する第 2 P A R C O R 係数算出ステップと

を有する P A R C O R 係数算出方法。

【請求項 1 1】

上記判定条件は、

モデル次数が予め設定した次数であることである

請求項 9 または請求項 1 0 に記載の P A R C O R 係数算出方法。

【請求項 1 2】

上記「予め設定した次数」が、

予め定めた閾値以下の次数あるいは当該閾値よりも小さい次数である

請求項 1 1 に記載の P A R C O R 係数算出方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 から請求項 6 のいずれかに記載された P A R C O R 係数算出装置としてコンピュータを機能させるための P A R C O R 係数算出プログラム。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の P A R C O R 係数算出プログラムを記録した、コンピュータに読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

信号分析や信号の符号化などに用いられる線形予測分析技術に関する。

【背景技術】

【0002】

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

【0003】

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

【0004】

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

【数 1】

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

【0005】

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

10

20

30

40

【数 2】

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

10

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

【0006】

式(2)あるいは式(3)を用いて、式(1)を書き換えると、式(4)を得る。

【数 3】

$$P_m = \frac{1}{2} \frac{1}{N-m} \sum_{i=1}^{N-m} [(b_{m,i} + \gamma_{m,m} b'_{m,i})^2 + (b'_{m,i} + \gamma_{m,m} b_{m,i})^2] \quad (4)$$

20

【0007】

ここで、 $b_{m,i}$ は式(5)で表される。 $b_{m,i}$ を前向き予測誤差と呼ぶことにする。

また、 $b'_{m,i}$ は式(6)で表される。 $b'_{m,i}$ を後向き予測誤差と呼ぶことにする。

【数 4】

$$b'_{m,i} = x_{i+m} + \gamma_{m-1,1} x_{i+m-1} + \gamma_{m-1,2} x_{i+m-2} + \cdots + \gamma_{m-1,m-1} x_{i+1} \quad (5)$$

$$b_{m,i} = x_i + \gamma_{m-1,1} x_{i+1} + \gamma_{m-1,2} x_{i+2} + \cdots + \gamma_{m-1,m-1} x_{i+m-1} \quad (6)$$

【0008】

30

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

【数 5】

$$b_{m,i} = b_{m-1,i} + \gamma_{m-1,m-1} \cdot b'_{m-1,i} \quad (7)$$

$$b'_{m,i} = b'_{m-1,i+1} + \gamma_{m-1,m-1} \cdot b_{m-1,i+1} \quad (8)$$

$$\text{但し、} b_{1,i} = x_i, \quad b'_{1,i} = x_{i+1}$$

【0009】

40

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

【数 6】

$$\gamma_{m,m} = - \frac{\sum_{i=1}^{N-m} b_{m,i} b'_{m,i}}{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-m} (b_{m,i}^2 + b'_{m,i}^2)} \quad (9)$$

【0010】

50

つまりPARCOR係数 $b_{m, m}$ は、前向き予測誤差 $b_{m, i}$ ($i = 1, \dots, N - m$; 以下同様。)と後向き予測誤差 $b_{m, i}$ の内積〔式(9)の分子に相当する。〕を、前向き予測誤差 $b_{m, i}$ および後向き予測誤差 $b_{m, i}$ の各エネルギーの平均〔以下、「平均エネルギー」という。式(9)の分母に相当する。〕で除したものと表される。

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

【非特許文献1】日野幹雄著、「スペクトル解析」、朝倉書店、1979

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

式(7)、式(8)、式(9)から明らかなように、従来のBurg法では、PARCOR係数の次数を1つ増やすごとに2種類の予測誤差 $b_{m, i}$ 、 $b_{m, i}$ ($i = 1, \dots, N - m$; 以下同様。)の更新、この更新された2種類の予測誤差 $b_{m, i}$ 、 $b_{m, i}$ の内積、および、平均エネルギーを計算する必要があり、データ数 N と次数 m に応じて処理量が非常に多いという問題があった。

【0012】

そこで本発明は、上記の問題点に鑑み、従来のBurg法よりも少ない演算量でPARCOR係数を算出するPARCOR係数算出装置、方法、プログラム、記録媒体を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するために、本発明は、次のような構成とする。即ち、線形予測モデルのPARCOR係数を、モデル次数 $m - 1$ におけるPARCOR係数からモデル次数 m におけるPARCOR係数を求める漸化関係から算出するところ、モデル次数 $m - 1$ における平均エネルギー A_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ に応じて定まる値(以下、「更新係数」という。)を乗ずることでモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する平均エネルギー算出手段を備えて、この平均エネルギー A_m を用いてモデル次数 m におけるPARCOR係数を算出する。

30

つまり、モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ におけるPARCOR係数 $b_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における前向き予測誤差 b_m を算出し、モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-1} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m-1} およびモデル次数 $m - 1$ におけるPARCOR係数 $b_{m-1, m-1}$ からモデル次数 m における後向き予測誤差 b_m を算出する。さらに、モデル次数 $m - 1$ における平均エネルギー A_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ に応じて定まる値(更新係数)を乗ずることでモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する。そして、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_m と後向き予測誤差 b_m との内積を、モデル次数 m における平均エネルギー A_m で除することによってモデル次数 m におけるPARCOR係数 $b_{m, m}$ を算出する。

40

従来のBurg法では、モデル次数を1つ大きくするたびに平均エネルギー〔式(9)の分母に相当する。〕を求めていたが、上記のように、モデル次数 $m - 1$ における平均エネルギー A_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ に応じて定まる値(更新係数)を乗ずることでモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する。つまり、モデル次数 m における平均エネルギー A_m は、モデル次数 $m - 1$ における平均エネルギー A_{m-1} に依存するという近似を行う。

【0014】

あるいは、次のようにしてPARCOR係数を算出するとしてもよい。即ち、線形予測モデルのPARCOR係数を、モデル次数 $m - 1$ におけるPARCOR係数からモデル次数 m におけるPARCOR係数を求める漸化関係から算出するところ、予め設定された条

50

件（以下、「判定条件」という。）を満たすか否かを判定する判定手段と、モデル次数 $m - 1$ における平均エネルギー A_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ に応じて定まる値（更新係数）を乗ずることでモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する平均エネルギー算出手段と、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_{m-} および後向き予測誤差 b_{m+} の各エネルギーの平均（以下、「誤差依存平均エネルギー B_m 」という。）を算出する誤差依存平均エネルギー算出手段とを備えて、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_{m-} と後向き予測誤差 b_{m+} との内積を、判定手段の判定結果に応じてモデル次数 m における平均エネルギー A_m または誤差依存平均エネルギー B_m で除することによってモデル次数 m における $P A R C O R$ 係数 $\alpha_{m,m}$ を算出することを可能とする。

つまり、モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m+} およびモデル次数 $m - 1$ における $P A R C O R$ 係数 $\alpha_{m-1,m-1}$ からモデル次数 m における前向き予測誤差 b_{m-} を算出し、モデル次数 $m - 1$ における前向き予測誤差 b_{m-} 、モデル次数 $m - 1$ における後向き予測誤差 b_{m+} およびモデル次数 $m - 1$ における $P A R C O R$ 係数 $\alpha_{m-1,m-1}$ からモデル次数 m における後向き予測誤差 b_{m+} を算出する。そして、判定条件を満たすか否かを判定して、判定条件を満たすと判定された場合、次のようにして $P A R C O R$ 係数の算出を行う。モデル次数 m における前向き予測誤差 b_{m-} および後向き予測誤差 b_{m+} の各エネルギーの平均（誤差依存平均エネルギー B_m ）を算出する。次いで、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_{m-} と後向き予測誤差 b_{m+} との内積を、モデル次数 m における誤差依存平均エネルギー B_m で除することによってモデル次数 m における $P A R C O R$ 係数 $\alpha_{m,m}$ を算出する。また、判定条件を満たさないと判定された場合は、次のようにして $P A R C O R$ 係数の算出を行う。モデル次数 $m - 1$ における平均エネルギー A_{m-1} に、モデル次数 $m - 1$ に応じて定まる値（更新係数）を乗ずることでモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する。次いで、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_{m-} と後向き予測誤差 b_{m+} との内積を、モデル次数 m における平均エネルギー A_m で除することによってモデル次数 m における $P A R C O R$ 係数 $\alpha_{m,m}$ を算出する。

このように、判定条件の成否に応じて従来の $B u r g$ 法による $P A R C O R$ 係数の算出と、平均エネルギーの近似に拠る $P A R C O R$ 係数の算出とを組み合わせてもよい。

【0015】

なお、平均エネルギー A_m の算出については、前向き予測誤差あるいは後向き予測誤差のいずれか一方のエネルギーに相当するモデル次数 $m - 1$ における予測誤差エネルギー C_{m-} にモデル次数 $m - 1$ に応じて定まる値（更新係数）を乗じることでモデル次数 m における予測誤差エネルギー C_m を算出し、さらに、モデル次数 m における予測誤差エネルギー C_m と上記他方の予測誤差のモデル次数 m におけるエネルギーとの平均であるモデル次数 m における平均エネルギー A_m を算出する構成に置換することもできる。

このように、前向き予測誤差あるいは後向き予測誤差のいずれか一方のエネルギーに相当する予測誤差エネルギーについて、更新係数を乗じる近似を行う。

【0016】

上記の判定条件を、モデル次数が予め設定した次数であることとした場合、モデル次数 m における前向き予測誤差 b_{m-} と後向き予測誤差 b_{m+} との内積を、モデル次数 m が当該判定条件を満たす場合にはモデル次数 m における誤差依存平均エネルギー B_m で、モデル次数 m が当該判定条件を満たさない場合にはモデル次数 m における平均エネルギー A_m で除することによってモデル次数 m における $P A R C O R$ 係数 $\alpha_{m,m}$ を算出する。つまり、予め設定したモデル次数で、従来の $B u r g$ 法による $P A R C O R$ 係数の算出とする。

また、「予め設定した次数」を、予め定めた閾値以下の次数あるいは当該閾値よりも小さい次数であるとしてもよい。つまり、低次のモデル次数では、従来の $B u r g$ 法による $P A R C O R$ 係数の算出とする。

このような判定条件を導入することで、近似誤差の累積を防止、あるいは、低次のモデル次数における $P A R C O R$ 係数の精度劣化を防止する。

【0017】

上記の更新係数は、1 から、モデル次数 $m - 1$ における PARCOR 係数 $a_{m-1, m-1}$ の二乗を減じたものであるとしてもよい。この根拠は後述する。

【0018】

また、本発明の PARCOR 係数算出装置としてコンピュータを機能させる PARCOR 係数算出プログラムによって、コンピュータを PARCOR 係数算出装置として作動処理させることができる。そして、この PARCOR 係数算出プログラムを記録した、コンピュータに読み取り可能なプログラム記録媒体によって、他のコンピュータを PARCOR 係数算出装置として機能させることや、PARCOR 係数算出プログラムを流通させることなどが可能になる。

【発明の効果】

10

【0019】

本発明によれば、PARCOR 係数の算出のための平均エネルギーを近似算出するので、PARCOR 係数算出の演算量を削減できる。特にモデル次数の高い場合やデータ数が多い場合などに効果が大きい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

《平均エネルギーの近似算出》

本発明の要旨は、式(9)の分母に相当する平均エネルギーを近似算出することで PARCOR 係数算出の演算量を低減することにある。そこで、平均エネルギーの近似算出について説明する。

20

【0021】

式(7)および式(8)で表される予測誤差の更新は、各予測誤差を減少させる方向に作用する。そこで、更新後の前向き予測誤差は、更新前の前向き予測誤差および更新前の後向き予測誤差に依存し、更新後の後向き予測誤差は、更新前の前向き予測誤差および更新前の後向き予測誤差に依存することに着目して、前向き予測誤差および後向き予測誤差の各エネルギーがほぼ等しくなること期待され、これらが一致するという近似を考える。この場合、平均エネルギー A_m は式(10)の如く近似表現することができる。ここで、 $E[\cdot]$ は期待値を表す。つまり、平均エネルギー A_m は $E[b_{m,i}^2]$ に比例する。

【数7】

$$A_m = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-m} (b_{m,i}^2 + b'_{m,i}{}^2) \quad (10)$$

$$\approx \sum_{i=1}^{N-m} (b'_{m,i}{}^2) \propto E[b'_{m,i}{}^2]$$

30

【0022】

ところで $E[b_{m,i}^2]$ には式(11)で表される関係がある〔上記非特許文献1参照〕。

【数8】

$$E[b'_{m,i}{}^2] = E[b'_{m-1,i}{}^2] \cdot (1 - \gamma_{m-1,m-1}^2) \quad (11)$$

40

【0023】

式(10)および式(11)から、平均エネルギー A_m について式(12)で表される関係を得る。但し、この関係は近似のものである。

【数9】

$$A_m = A_{m-1} \cdot (1 - \gamma_{m-1,m-1}^2) = A_1 \cdot \prod_{p=1}^{m-1} (1 - \gamma_{p,p}^2) \quad (12)$$

50

【 0 0 2 4 】

式 (9) は、式 (1 2) を用いて式 (1 3) に書き改められる。

【 数 1 0 】

$$\gamma_{m,m} = -\frac{\sum_{i=1}^{N-m} b_{m,i} b'_{m,i}}{A_m} \quad (13)$$

【 0 0 2 5 】

従前の B u r g 法では、m 次の平均エネルギー A_m を前向き予測誤差および後向き予測誤差から逐次求めていた。即ち、前向き予測誤差および後向き予測誤差の各 2 乗の総和計算〔式 (9) 参照。〕をしていた。

10

これに対して、本発明の要旨である式 (1 2) に拠れば、m 次の平均エネルギー A_m を $m - 1$ 次の平均エネルギー A_{m-1} と $m - 1$ 次の P A R C O R 係数から求めることができる。

【 0 0 2 6 】

B u r g 法は、次数 $m - 1$ の線形予測モデルを次数 m の線形予測モデルに拡張するものであるところ、 $m - 1$ 次の平均エネルギー A_{m-1} と $m - 1$ 次の P A R C O R 係数は (m 次の P A R C O R 係数を求める段階で) 既知である。従って、式 (1 2) で表されるように、1 個の減算と 2 個の乗算で m 次の平均エネルギー A_m を得ることができる。この演算量の低減は、 m 次の P A R C O R 係数の算出に要する演算量の低減に直結する〔式 (1 3) 参照。〕。

20

【 0 0 2 7 】

《 第 1 実施形態 》

本発明の第 1 実施形態について、図面を参照しながら説明する。

< 第 1 実施形態の P A R C O R 係数算出装置 >

図 1 に例示するように、P A R C O R 係数算出装置 (1) は、キーボードなどが接続可能な入力部 (1 1)、液晶ディスプレイなどが接続可能な出力部 (1 2)、C P U (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t ; 1 4)〔キャッシュメモリなどを備えていてもよい。〕、メモリである R A M (R a n d o m A c c e s s M e m o r y) (1 5)、R O M (R e a d O n l y M e m o r y) (1 6) やハードディスクである外部記憶装置 (1 7)、並びにこれらの入力部 (1 1)、出力部 (1 2)、C P U (1 4)、R A M (1 5)、R O M (1 6)、外部記憶装置 (1 7) 間のデータのやり取りが可能ないように接続するバス (1 8) などを備えている。また必要に応じて、P A R C O R 係数算出装置 (1) に、C D - R O M などの記憶媒体を読み書きできる装置 (ドライブ) などを設けるとしてもよい。このようなハードウェア資源を備えた物理的実体としては、汎用コンピュータなどがある。

30

【 0 0 2 8 】

P A R C O R 係数算出装置 (1) の外部記憶装置 (1 7) には、P A R C O R 係数算出のためのプログラムおよびこのプログラムの処理において必要となるデータなどが保存記憶されている。また、これらのプログラムの処理によって得られるデータなどは、R A M (1 5) などに適宜に保存記憶される。

40

【 0 0 2 9 】

また、外部記憶装置 (1 7) には、信号を所定の時間間隔で標本化した時間離散信号 x_1, x_2, \dots, x_N がデータとして保存記憶されているとする。各実施形態で扱う信号は、人の音声、音楽、騒音・雑音などの音響信号とする。勿論、音響信号に限定されず、例えば生体信号などでもよい。

時間離散信号 x_1, x_2, \dots, x_N が予め外部記憶装置 (1 7) に保存記憶される構成とするのではなく、例えば、C D - R O M などの記憶媒体から時間離散信号 x_1, x_2, \dots, x_N を読み込み外部記憶装置 (1 7) に保存記憶する構成でも、あるいは、P A R C O R 係数算出装置 (1) がマイクロフォンを備えたとし、このマイクロフォンで

50

得られた収音信号をA/D変換して時間離散信号 x_1, x_2, \dots, x_N を得る構成とすることなどが考えられる。いずれにしても、収音信号から音響信号へのA/D変換などを実行するために必要となる構成要素(手段)や記録媒体からのデータ提供技術は、公知技術の常套手段によって達成されるから、説明および図示を略する。

【0030】

また外部記憶装置(17)には、時間離散信号 x_1, x_2, \dots, x_N から初期値を設定するためのプログラム、PARCOR係数を算出するためのプログラム、前向き予測誤差を更新するためのプログラム、後向き予測誤差を更新するためのプログラム、平均エネルギー A_m を算出するためのプログラムが保存記憶されている。その他、これらのプログラムに基づく処理を制御するための制御プログラムも適宜に保存しておく。

10

【0031】

PARCOR係数算出装置(1)では、外部記憶装置(17)に記憶された各プログラムとこの各プログラムの処理に必要なデータが必要に応じてRAM(15)に読み込まれて、CPU(14)で解釈実行・処理される。この結果、CPU(14)が所定の機能(初期値設定部、PARCOR係数算出部、前向き予測誤差更新部、後向き予測誤差更新部、平均エネルギー算出部、制御部)を実現することでPARCOR係数の算出が実現される。

【0032】

<第1実施形態のPARCOR係数算出処理>

次に、図2から図5を参照して、PARCOR係数算出装置(1)におけるPARCOR係数算出処理の流れを叙述的に説明する。PARCOR係数算出処理の説明では、Burg法が次数 $m-1$ の線形予測モデルを次数 m の線形予測モデルに拡張するものであるから、まず、1次($m=1$)の場合の処理を説明し、次に、1次から2次に拡張する場合の処理を説明し、次いで、 $m-1$ 次から m 次に拡張する場合の処理を説明する(つまり、いわゆる数学的帰納法に類似の説明とする)。この実施形態では、 M 次の線形予測モデルのPARCOR係数を算出する。

20

【0033】

[$m=1$ の場合]

まず、初期値設定部(140)は、外部記憶装置(17)から時間離散信号 x_1, x_2, \dots, x_N を読み込み、 $m=1$ として前向き予測誤差 $b_{1,i} = x_i$ 、後向き予測誤差 $b_{1,i} = x_{i+1}$ 、平均エネルギー $A_1 = x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2$ に初期値設定し、 $b_{1,i}$ 、 $b_{1,i}$ 、 A_1 それぞれをRAM(15)の所定の格納領域に格納する(ステップS1)。以後、「RAMから を読み込む」旨の説明をした場合は、「RAMにおいて が格納されている所定の格納領域から を読み込む」ことを意味するとする。

30

ここで添え字 i は、特定の或る値を示すのではなく、式(13)のインデックス i に相当することに留意しなければならない〔以下同様である。また、図中の添え字 i についても同様である。〕。つまり、インデックス i が取り得る値の個数に相当する個数のデータが存在する。

【0034】

次に、PARCOR係数算出部(141)は、RAM(15)から $b_{1,i}$ 、 $b_{1,i}$ 、 A_1 それぞれを読み込み、式(13)の演算を行って1次のPARCOR係数 $\alpha_{1,1}$ を算出し、PARCOR係数 $\alpha_{1,1}$ をRAM(15)の所定の格納領域に格納する(ステップS2)。

40

【0035】

ステップS2に続いて、制御部(190)は、 $m=M$ の成否を判定する(ステップS3a)。 $m=M$ であれば、制御部(190)は、1次から2次への拡張の処理を行うように制御する。 $m=M$ であれば、制御部(190)は、PARCOR係数算出処理を終了するように制御する。 $M>1$ とすると、この段階では $m=1$ であるから1次から2次への拡張の処理を行う。

50

なお、 $M = 1$ の場合であれば、所望の PARCOR 係数は 1 次の PARCOR 係数 $b_{1,1}$ であり、この段階で終了できる。

【0036】

[1 次から 2 次への拡張]

制御部 (190) は、現在の m に 1 を加えた値を新たな m とする (ステップ S4)。つまり、この段階では制御部 (190) は、 $m = 2$ として以下の処理を行う制御をする。

【0037】

まず、前向き予測誤差更新部 (142) は、RAM (15) から $b_{1,i+1}$ 、 $b_{1,i+1}$ 、 $b_{1,i+1}$ それぞれを読み込み、式 (8) の演算を行って 2 次の前向き予測誤差 $b_{2,i}$ を算出し、前向き予測誤差 $b_{2,i}$ を RAM (15) の所定の格納領域に格納する (ステップ S5)。

10

【0038】

次に、後向き予測誤差更新部 (143) は、RAM (15) から $b_{1,i}$ 、 $b_{1,i}$ 、 $b_{1,i}$ それぞれを読み込み、式 (7) の演算を行って 2 次の後向き予測誤差 $b_{2,i}$ を算出し、後向き予測誤差 $b_{2,i}$ を RAM (15) の所定の格納領域に格納する (ステップ S6)。

【0039】

次に、平均エネルギー算出部 (145) は、RAM (15) から A_1 、 A_1 、 A_1 それぞれを読み込み、式 (12) の演算を行って 2 次の平均エネルギー A_2 を算出し、平均エネルギー A_2 を RAM (15) の所定の格納領域に格納する (ステップ S7)。

20

【0040】

次に、PARCOR 係数算出部 (141) は、RAM (15) から $b_{2,i}$ 、 $b_{2,i}$ 、 A_2 それぞれを読み込み、式 (13) の演算を行って 2 次の PARCOR 係数 $c_{2,2}$ を算出し、PARCOR 係数 $c_{2,2}$ を RAM (15) の所定の格納領域に格納する (ステップ S8)。

【0041】

必要に応じて、ステップ S8 の処理に続いて、線形予測係数 $c_{2,1}$ を算出することができる。この場合、線形予測係数算出部 (146) は、RAM (15) から $b_{2,1}$ 、 $b_{2,2}$ それぞれを読み込み、式 (3) の演算を行って線形予測係数 $c_{2,1}$ を算出し、線形予測係数 $c_{2,1}$ を RAM (15) の所定の格納領域に格納する (ステップ S9)。なお、線形予測係数算出部 (146) は、PARCOR 係数から線形予測係数を算出するためのプログラムを CPU (14) が解釈・実行することで実現する。

30

【0042】

この段階では、2 次の PARCOR 係数 $c_{2,2}$ 、2 次に更新された前向き予測誤差 $b_{2,i}$ 、2 次に更新された後向き予測誤差 $b_{2,i}$ 、2 次の平均エネルギー A_2 が RAM (15) に格納されている (必要に応じて線形予測係数 $c_{2,1}$ も格納されている)。

【0043】

ステップ S8 の処理 (必要に応じてステップ S9 の処理を実行した場合は、ステップ S9 の処理) に続いて、ステップ S3a と同様の処理を行う。即ち、制御部 (190) は、 $m = M$ の成否を判定する (ステップ S3b)。 $m = M$ であれば、制御部 (190) は、2 次から 3 次への拡張の処理を行うように制御する。 $m = M$ であれば、制御部 (190) は、PARCOR 係数算出処理を終了するように制御する。

40

このように $m = M$ であれば 1 つ大きい次数への拡張を行うから、以下では、 $m - 1$ 次から m 次への拡張の場合に一般化して説明する。

【0044】

ここで留意しなければならないことは、 $m - 1$ 次の PARCOR 係数を算出した段階で、RAM (15) には、 $m - 1$ 次の PARCOR 係数 $c_{m-1,m-1}$ 、 $m - 1$ 次に更新された前向き予測誤差 $b_{m-1,i}$ 、 $m - 1$ 次に更新された後向き予測誤差 $b_{m-1,i}$ 、 $m - 1$ 次の平均エネルギー A_{m-1} が格納されている [必要に応じて、 $m - 2$ 個の線

50

形予測係数 $b_{m-1, k}$ ($k = 1, 2, \dots, m-2$) も格納されている。】。

【0045】

[$m-1$ 次から m 次への拡張]

制御部(190)は、現在の m に1を加えた値を新たな m として(ステップS4)、以下の処理を行う制御をする。

【0046】

まず、前向き予測誤差更新部(142)は、RAM(15)から $b_{m-1, i+1}$ 、 $b_{m-1, i+1}$ 、 $b_{m-1, m-1}$ それぞれを読み込み、式(8)の演算を行って m 次の前向き予測誤差 $b_{m, i}$ を算出し、前向き予測誤差 $b_{m, i}$ をRAM(15)の所定の格納領域に格納する(ステップS5)。

10

【0047】

次に、後向き予測誤差更新部(143)は、RAM(15)から $b_{m-1, i}$ 、 $b_{m-1, i}$ 、 $b_{m-1, m-1}$ それぞれを読み込み、式(7)の演算を行って m 次の後向き予測誤差 $b_{m, i}$ を算出し、後向き予測誤差 $b_{m, i}$ をRAM(15)の所定の格納領域に格納する(ステップS6)。

【0048】

次に、平均エネルギー算出部(145)は、RAM(15)から A_{m-1} 、 A_{m-1} 、 A_{m-1} それぞれを読み込み、式(12)の演算を行って m 次の平均エネルギー A_m を算出し、平均エネルギー A_m をRAM(15)の所定の格納領域に格納する(ステップS7)。

20

【0049】

次に、PARCOR係数算出部(141)は、RAM(15)から $b_{m, i}$ 、 $b_{m, i}$ 、 A_m それぞれを読み込み、式(13)の演算を行って m 次のPARCOR係数 $\alpha_{m, m}$ を算出し、PARCOR係数 $\alpha_{m, m}$ をRAM(15)の所定の格納領域に格納する(ステップS8)。

【0050】

必要に応じて、ステップS8の処理に続いて、線形予測係数 $b_{m, k}$ ($k = 1, 2, \dots, m-1$) を算出することができる。この場合、線形予測係数算出部(146)は、RAM(15)から $b_{m-1, k}$ ($k = 1, 2, \dots, m-2$)、 $b_{m-1, m-1}$ 、 $b_{m, m}$ それぞれを読み込み、式(3)の演算を行って $m-1$ 個の線形予測係数 $b_{m, k}$ ($k = 1, 2, \dots, m-1$) を算出し、 $m-1$ 個の線形予測係数 $b_{m, k}$ ($k = 1, 2, \dots, m-1$) をRAM(15)の所定の格納領域に格納する(ステップS9)。

30

【0051】

この段階では、 m 次のPARCOR係数 $\alpha_{m, m}$ 、 m 次に更新された前向き予測誤差 $b_{m, i}$ 、 m 次に更新された後向き予測誤差 $b_{m, i}$ 、 m 次の平均エネルギー A_m がRAM(15)に格納されている〔必要に応じて $m-1$ 個の線形予測係数 $b_{m, k}$ ($k = 1, 2, \dots, m-1$) も格納されている。〕。

【0052】

ステップS8の処理(必要に応じてステップS9の処理を実行した場合は、ステップS9の処理)に続いて、ステップS3aと同様の処理を行う。即ち、制御部(190)は、 $m = M$ を判定する(ステップS3b)。 $m = M$ であれば、制御部(190)は、 m 次から $m+1$ 次への拡張の処理〔実質は、上記説明の $m-1$ 次から m 次への拡張に他ならない。〕を行うように制御する。 $m = M$ であれば、制御部(190)は、PARCOR係数算出処理を終了するように制御する。

40

【0053】

$m = M$ が成立したとき、RAM(15)には、 M 次のPARCOR係数 $\alpha_{M, M}$ 、 M 次に更新された前向き予測誤差 $b_{M, i}$ 、 M 次に更新された後向き予測誤差 $b_{M, i}$ 、 M 次の平均エネルギー A_M が格納されている〔必要に応じて $M-1$ 個の線形予測係数 $b_{M, k}$ ($k = 1, 2, \dots, M-1$) も格納されている。〕。このPARCOR係数 $\alpha_{M, M}$ は、制御部(190)の制御によって外部記憶装置(17)に保存記憶される。

50

【 0 0 5 4 】

< 第 1 実施形態の変形例 >

上記第 1 実施形態では、平均エネルギー A_m を式 (1 2) に従って算出した。ところで、式 (1 2) の導出過程、つまり、式 (1 0)、式 (1 1) から明らかなように、 m 次の平均エネルギー A_m を、次のようにして求めることも可能である。即ち、 m 次の前向き予測誤差エネルギー C_m を式 (1 2) の如く $m - 1$ 次における前向き予測誤差エネルギー C_{m-1} および P A R C O R 係数から近似算出し、この m 次の前向き予測誤差エネルギー C_m と m 次の後向き予測誤差エネルギーとの平均エネルギーとして m 次の平均エネルギー A_m を算出する。具体的には、平均エネルギー A_m を式 (1 4) によって算出する。

【 数 1 1 】

$$A_m = \frac{1}{2}C_m + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-m} (b_{m,i}^2) \quad (14)$$

$$\text{但し、} C_m = C_{m-1} \cdot (1 - \gamma_{m-1,m-1}^2)$$

10

【 0 0 5 5 】

このとき、 m 次の P A R C O R 係数は、式 (1 5) で与えられる。

【 数 1 2 】

$$\gamma_{m,m} = -\frac{\sum_{i=1}^{N-m} b_{m,i} b'_{m,i}}{A_m} = -\frac{\sum_{i=1}^{N-m} b_{m,i} b'_{m,i}}{\frac{1}{2}C_m + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-m} (b_{m,i}^2)} \quad (15)$$

20

【 0 0 5 6 】

もちろん、 m 次の後向き予測誤差エネルギーを式 (1 2) の如く $m - 1$ 次における後向き予測誤差エネルギーおよび P A R C O R 係数から近似算出し、この m 次の後向き予測誤差エネルギーと m 次の前向き予測誤差エネルギーとの平均エネルギーとして m 次の平均エネルギー A_m を算出するとしてもよい。

30

【 0 0 5 7 】

この第 1 実施形態の変形例では、第 1 実施形態のステップ S 7 の処理が次のように変更される (図 6 および図 7 参照。)。

即ち、平均エネルギー算出部 (1 4 5) は、R A M (1 5) から $m - 1$ 次の前向き予測誤差エネルギー C_{m-1} 、 m 次の後向き予測誤差係数 $b_{m,i}$ 、 $m - 1$ 次の P A R C O R 係数 $\gamma_{m-1,m-1}$ それぞれを読み込み、式 (1 4) の演算を行って m 次の平均エネルギー A_m および m 次の前向き予測誤差エネルギー C_m を算出し、平均エネルギー A_m および前向き予測誤差エネルギー C_m を R A M (1 5) の所定の格納領域に格納する (ステップ S 7 s)。

40

【 0 0 5 8 】

以下、第 2 実施形態および第 3 実施形態について説明する。いずれも第 1 実施形態あるいは第 1 実施形態の変形例に対する改良的形態であるが、説明の便宜から第 1 実施形態を改良するものとして説明する。

第 2 実施形態および第 3 実施形態は、予め設定した条件 (判定条件) を満たすか否かに応じて、本発明の如き近似を行うことなく従前の B u r g 法に拠って P A R C O R 係数の算出を行う場合を導入する形態である。

【 0 0 5 9 】

《 第 2 実施形態 》

本発明の第 2 実施形態について、図面を参照しながら説明する。

50

< 第2実施形態の概要 >

第1実施形態では、式(12)の近似を用いて平均エネルギー A_m を算出した。しかし、次数が低いときには近似誤差が問題となる、つまり、精度の低い線形予測モデルになってしまう場合があるので、第2実施形態では、ある次数 M_a 以上〔例えば M_a は4から10程度の値とする。〕から式(12)の近似を用いて平均エネルギー A_m を算出するようにする。つまり、ある次数 M_a 未満では、従来のBURG法によってPARCOR係数を算出する。

【0060】

< 第2実施形態のPARCOR係数算出装置 >

第2実施形態のPARCOR係数算出装置は、第1実施形態のPARCOR係数算出装置(1)と同様のハードウェア構成であり、第1実施形態と異なる部分について説明を行う。

10

第2実施形態では、外部記憶装置(17)に、第1実施形態のプログラムに加え、従来のBURG法における誤差依存平均エネルギー B_m 〔式(16)参照。〕を算出するためのプログラムも保存記憶されている。また、制御プログラムは、現在の次数がある次数 $M_a - 1$ に等しいか否かを判定して、この判定結果に基づき各プログラムに基づく処理を制御することができるものとする。次数 M_a は、外部記憶装置(17)に保存記憶されている。なお、式(16)で与えられる誤差依存平均エネルギー B_m の初期値 B_1 は、式(7)(8)の但書きを用いて与えればよい。

【数13】

20

$$B_m = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N-m} (b_{m,i}^2 + b'_{m,i}{}^2) \quad (16)$$

【0061】

第2実施形態のPARCOR係数算出装置(1)では、外部記憶装置(17)に記憶された各プログラムとこの各プログラムの処理に必要なデータが必要に応じてRAM(15)に読み込まれて、CPU(14)で解釈実行・処理される。この結果、CPU(14)が所定の機能(初期値設定部、PARCOR係数算出部、前向き予測誤差更新部、後向き予測誤差更新部、平均エネルギー算出部、誤差依存平均エネルギー算出部、制御部)を実現することでPARCOR係数の算出が実現される。なお、制御部は、現在の次数がある次数 $M_a - 1$ に等しいか否かを判定する判定手段としても機能する。

30

【0062】

< 第2実施形態のPARCOR係数算出処理 >

次に、図8および図9を参照して、第2実施形態におけるPARCOR係数算出処理の流れを叙述的に説明する。ここでは、第1実施形態におけるPARCOR係数算出処理の流れと異なる部分について説明を行う。

【0063】

第2実施形態におけるPARCOR係数算出処理では、第1実施形態におけるステップS3aの処理で $m = M$ の場合に次のステップS10aの処理を行う。

即ち、制御部(190)は、 $m = M_a - 1$ の成否を判定する(ステップS10a)。 $m = M_a - 1$ であれば、制御部(190)は、第1実施形態で説明したステップS4以降の処理〔ステップS4~S8、S3b、必要に応じてS9の各処理〕を行うように制御する。 $m < M_a - 1$ であれば、制御部(190)は、後述するステップS4r以降の処理を行うように制御する。

40

【0064】

ステップS10aの処理において、 $m < M_a - 1$ であった場合、ステップS4rの処理を行う。このステップS4rの処理は、第1実施形態で説明したステップS4の処理と同じである。

【0065】

続いて、ステップS5rの処理を行う。このステップS5rの処理は、第1実施形態で

50

説明したステップS5の処理と同じである。

【0066】

続いて、ステップS6rの処理を行う。このステップS6rの処理は、第1実施形態で説明したステップS6の処理と同じである。

【0067】

続いて、ステップS7rの処理を行う。即ち、誤差依存平均エネルギー算出部(148)は、RAM(15)から $b_{m,i}$ 、 $b_{m,i}$ それぞれを読み込み、式(16)の演算を行ってm次の誤差依存平均エネルギー B_m を算出し、誤差依存平均エネルギー B_m をRAM(15)の所定の格納領域に格納する(ステップS7r)。

【0068】

次に、PARCOR係数算出部(141)は、RAM(15)から $b_{m,i}$ 、 $b_{m,i}$ 、 B_m それぞれを読み込み、式(9)の演算を行ってm次のPARCOR係数 $c_{m,m}$ を算出し、PARCOR係数 $c_{m,m}$ をRAM(15)の所定の格納領域に格納する(ステップS8r)。

【0069】

次に、必要に応じてステップS9rの処理を行う。このステップS9rの処理は、第1実施形態で説明したステップS9の処理と同様である。

【0070】

ステップS8rの処理(必要に応じてステップS9rの処理を実行した場合は、ステップS9rの処理)に続いて、ステップS3rの処理を行う。このステップS3rの処理は、第1実施形態で説明したステップS3aあるいはステップS3bの処理と同様である。具体的には、制御部(190)は、 $m = M$ を判定する(ステップS3r)。 $m = M$ であれば、制御部(190)は、後述するステップS10bの処理を行うように制御する。 $m = M$ であれば、制御部(190)は、PARCOR係数算出処理を終了するように制御する。

【0071】

ステップS3rの処理で $m = M$ であれば、制御部(190)は、 $m = M - 1$ の成否を判定する(ステップS10b)。 $m = M - 1$ であれば、制御部(190)は、上記説明したステップS4r以降の処理〔ステップS4r～S8r、S3r、S10b、必要に応じてS9rの各処理〕を行うように制御する。 $m = M - 1$ であれば、制御部(190)は、第1実施形態で説明したステップS4以降の処理〔ステップS4～S8、S3b、必要に応じてS9の各処理〕を行うように制御する。

なお、ステップS10bの処理で $m = M - 1$ と判定された後、ステップS4の処理で $m = M$ に設定されたときのステップS7の処理で用いられる平均エネルギー A_{m-1} は、直近のステップS7rの処理で算出された誤差依存平均エネルギー B_{m-1} である。また、当該ステップS7の処理で用いられるPARCOR係数 $c_{m-1,m-1}$ は、直近のステップS8rの処理で算出されたPARCOR係数 $c_{m-1,m-1}$ である。

【0072】

<第2実施形態の別形態>

第2実施形態においてステップS4r、S5r、S6r、S10bの処理がそれぞれ、ステップS4、S5、S6、S10aの処理と同じであるから、第2実施形態の別形態を下記のようなPARCOR係数算出処理の流れとすることができる。ここでは、図10を参照して、第1実施形態におけるPARCOR係数算出処理の流れと異なる部分について説明を行う。

【0073】

第2実施形態の別形態におけるPARCOR係数算出処理では、第1実施形態におけるステップS6の処理に続いて次のステップS10cの処理を行う。

即ち、制御部(190)は、 $m = M$ の成否を判定する(ステップS10c)。第2実施形態と異なり $m = M$ の成否を判定しているのは、ステップS10cの処理をステップS4の処理の後に行っているからである。 $m = M$ であれば、制御部(190)は、第1

10

20

30

40

50

実施形態で説明したステップS7以降の処理〔ステップS7、S8、S3b、必要に応じてS9の各処理〕を行うように制御する。m = Mであれば、制御部(190)は、上述したステップS7r以降の処理〔ステップS7r、S8r、S3r、必要に応じてS9の各処理〕を行うように制御する。

なお、第2実施形態ではステップS3rの処理においてm = Mの場合にステップS10bの処理を行うとしたが、第2実施形態の別形態では、ステップS3rの処理においてm = Mの場合にステップS4以降の処理を行う(図10参照。)

【0074】

《第3実施形態》

本発明の第3実施形態について、図面を参照しながら説明する。

10

<第3実施形態の概要>

第1実施形態では、式(12)の近似を用いて平均エネルギー A_m を算出した。これに対して近似誤差の累積を防止する観点から、第3実施形態では、h回に1回〔例えばhは4から10程度の値とする。〕、従来のBURG法によってPARCOR係数を算出するようにする。

【0075】

<第3実施形態のPARCOR係数算出装置>

第3実施形態のPARCOR係数算出装置は、第2実施形態のPARCOR係数算出装置(1)と同様のハードウェア構成であり、第2実施形態と異なる部分について説明を行う。

20

第3実施形態では、第2実施形態の制御プログラムに替え、制御プログラムを、現在の次数mをhで割った余りが0に等しいか否かを判定して、この判定結果に基づき各プログラムに基づく処理を制御することができるものとする。また、上記hの値は、外部記憶装置(17)に保存記憶されている。

【0076】

第3実施形態のPARCOR係数算出装置(1)では、外部記憶装置(17)に記憶された各プログラムとこの各プログラムの処理に必要なデータが必要に応じてRAM(15)に読み込まれて、CPU(14)で解釈実行・処理される。この結果、CPU(14)が所定の機能(初期値設定部、PARCOR係数算出部、前向き予測誤差更新部、後向き予測誤差更新部、平均エネルギー算出部、誤差依存平均エネルギー算出部、制御部)を実現することでPARCOR係数の算出が実現される。なお、制御部は、現在の次数mをhで割った余りが0に等しいか否かを判定する判定手段としても機能する。

30

【0077】

<第3実施形態のPARCOR係数算出処理>

次に、図11を参照して、第3実施形態におけるPARCOR係数算出処理の流れを叙述的に説明する。ここでは、第1実施形態におけるPARCOR係数算出処理の流れと異なる部分について説明を行う。

【0078】

第3実施形態におけるPARCOR係数算出処理では、第1実施形態におけるステップS3aの処理でm = Mの場合に次のステップS11の処理を行う。

40

即ち、制御部(190)は、現在の次数mをhで割った余り、つまり $m \bmod h$ が0に等しいか否かを判定する(ステップS11)。 $m \bmod h = 0$ であれば、制御部(190)は、第1実施形態で説明したステップS4以降の処理〔ステップS4~S8、S3b、必要に応じてS9の各処理〕を行うように制御する。 $m \bmod h \neq 0$ であれば、制御部(190)は、第2実施形態で説明したステップS4r以降の処理〔ステップS4r~S8r、S3r、必要に応じてS9rの各処理〕を行うように制御する。

【0079】

第2実施形態では、ステップS3rの処理でm = Mの場合にステップS10bの処理を行うとしたが、第3実施形態では、制御部(190)は、ステップS3rの処理でm = Mの場合に、上記ステップS11以降の処理を行うように制御する(図11参照。)

50

なお、ステップS 3 rの処理で $m = M$ と判定された後、最初のステップS 7の処理で用いられる平均エネルギー A_{m-1} は、直近のステップS 7 rの処理で算出された誤差依存平均エネルギー B_{m-1} である。また、当該ステップS 7の処理で用いられるPARCOR係数 α_{m-1} 、 β_{m-1} は、直近のステップS 8 rの処理で算出されたPARCOR係数 α_{m-1} 、 β_{m-1} である。

【0080】

<第3実施形態の別形態>

第3実施形態においてステップS 4 r、S 5 r、S 6 rの処理がそれぞれ、ステップS 4、S 5、S 6の処理と同じであるから、第3実施形態の別形態を下記のようなPARCOR係数算出処理の流れとすることができる。ここでは、図12を参照して、第2実施形態におけるPARCOR係数算出処理の流れと異なる部分について説明を行う。

10

【0081】

第3実施形態の別形態におけるPARCOR係数算出処理では、第1実施形態におけるステップS 6の処理に続いて上述したステップS 11の処理を行う。

即ち、制御部(190)は、 $m \bmod h = 0$ の成否を判定する(ステップS 11)。 $m \bmod h \neq 0$ であれば、制御部(190)は、第1実施形態で説明したステップS 7以降の処理〔ステップS 7、S 8、S 3 b、必要に応じてS 9の各処理〕を行うように制御する。 $m \bmod h = 0$ であれば、制御部(190)は、上述したステップS 7 r以降の処理〔ステップS 7 r、S 8 r、S 3 r、必要に応じてS 9 rの各処理〕を行うように制御する。

20

なお、第3実施形態ではステップS 3 rの処理において $m = M$ の場合にステップS 11の処理を行うとしたが、第3実施形態の別形態では、ステップS 3 rの処理において $m = M$ の場合にステップS 4以降の処理を行う(図12参照。)。

【0082】

第3実施形態では、ステップS 11の処理を $m \bmod h$ が0に等しいか否かを判定する処理としたが、このような処理に限定するものではない。例えば、現在の次数が予め任意に設定した次数(この次数は複数設定できる。)であるかを判定し、設定された次数である場合にステップS 4 r以降の処理を行うようにすることができる。この観点から云えば、 $m \bmod h$ が0に等しいか否かを判定する処理は、 h の倍数に相当するモデル次数の場合に従来のBurg法によってPARCOR係数を算出するように制御するもの

30

【0083】

以上の各実施形態の他、本発明であるPARCOR係数算出装置・方法は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。また、上記PARCOR係数算出装置・方法において説明した処理は、記載の順に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的あるいは個別に実行されるときもよい。

【0084】

また、上記PARCOR係数算出装置における処理機能をコンピュータによって実現する場合、PARCOR係数算出装置が有すべき機能の処理内容はプログラムによって記述される。そして、このプログラムをコンピュータで実行することにより、上記PARCOR係数算出装置における処理機能がコンピュータ上で実現される。

40

【0085】

この処理内容を記述したプログラムは、コンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録しておくことができる。コンピュータで読み取り可能な記録媒体としては、例えば、磁気記録装置、光ディスク、光磁気記録媒体、半導体メモリ等のようなものでもよい。具体的には、例えば、磁気記録装置として、ハードディスク装置、フレキシブルディスク、磁気テープ等を、光ディスクとして、DVD(Digital Versatile Disc)、DVD-RAM(Random Access Memory)、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、CD-R(Recordable)/RW(ReWritable)等を、光磁気記録媒体として、MO(Magneto-Op

50

tical disc)等を、半導体メモリとしてEEPROM (Electrically Erasable and Programmable-Read Only Memory)等を用いることができる。

【0086】

また、このプログラムの流通は、例えば、そのプログラムを記録したDVD、CD-ROM等の可搬型記録媒体を販売、譲渡、貸与等することによって行う。さらに、このプログラムをサーバコンピュータの記憶装置に格納しておき、ネットワークを介して、サーバコンピュータから他のコンピュータにそのプログラムを転送することにより、このプログラムを流通させる構成としてもよい。

【0087】

このようなプログラムを実行するコンピュータは、例えば、まず、可搬型記録媒体に記録されたプログラムもしくはサーバコンピュータから転送されたプログラムを、一旦、自己の記憶装置に格納する。そして、処理の実行時、このコンピュータは、自己の記録媒体に格納されたプログラムを読み取り、読み取ったプログラムに従った処理を実行する。また、このプログラムの別の実行形態として、コンピュータが可搬型記録媒体から直接プログラムを読み取り、そのプログラムに従った処理を実行することとしてもよく、さらに、このコンピュータにサーバコンピュータからプログラムが転送されるたびに、逐次、受け取ったプログラムに従った処理を実行することとしてもよい。また、サーバコンピュータから、このコンピュータへのプログラムの転送は行わず、その実行指示と結果取得のみによって処理機能を実現する、いわゆるASP (Application Service Provider)型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、本形態におけるプログラムには、電子計算機による処理の用に供する情報であってプログラムに準ずるもの(コンピュータに対する直接の指令ではないがコンピュータの処理を規定する性質を有するデータ等)を含むものとする。

【0088】

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

【産業上の利用可能性】

【0089】

本発明は、信号分析や信号の符号化などに有用である。

【図面の簡単な説明】

【0090】

【図1】第1実施形態に係わるPARCOR係数算出装置のハードウェア構成例を示す図。

【図2】第1実施形態に係わるPARCOR係数算出装置の機能構成例を示すブロック図(次数1の場合の処理に相当。)

【図3】第1実施形態に係わるPARCOR係数算出装置の機能構成例を示すブロック図(次数1から2に拡張する場合の処理に相当。)

【図4】第1実施形態に係わるPARCOR係数算出装置の機能構成例を示すブロック図(次数m-1からmに拡張する場合の処理に相当。)

【図5】第1実施形態に係わるPARCOR係数算出処理の処理フローを示す図。

【図6】第1実施形態の変形例に係わるPARCOR係数算出装置の機能構成例を示すブロック図。

【図7】第1実施形態の変形例に係わるPARCOR係数算出処理の処理フローを示す図。

【図8】第2実施形態に係わるPARCOR係数算出装置の機能構成例を示すブロック図。

【図9】第2実施形態に係わるPARCOR係数算出処理の処理フローを示す図。

【図10】第2実施形態の別形態に係わるPARCOR係数算出処理の処理フローを示す図。

10

20

30

40

50

【図11】第3実施形態に係わるPARCOR係数算出処理の処理フローを示す図。

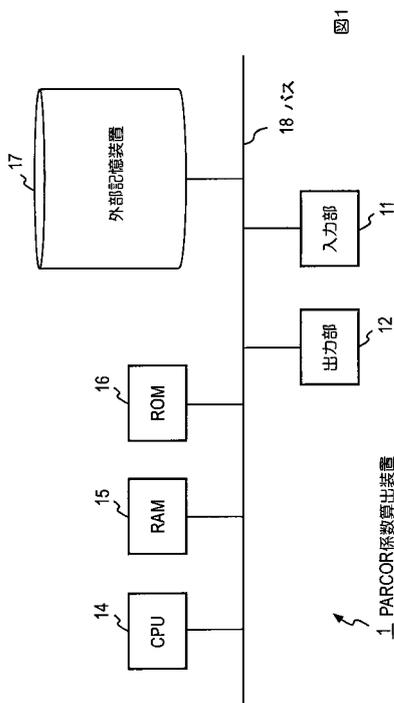
【図12】第3実施形態の別形態に係わるPARCOR係数算出処理の処理フローを示す図。

【符号の説明】

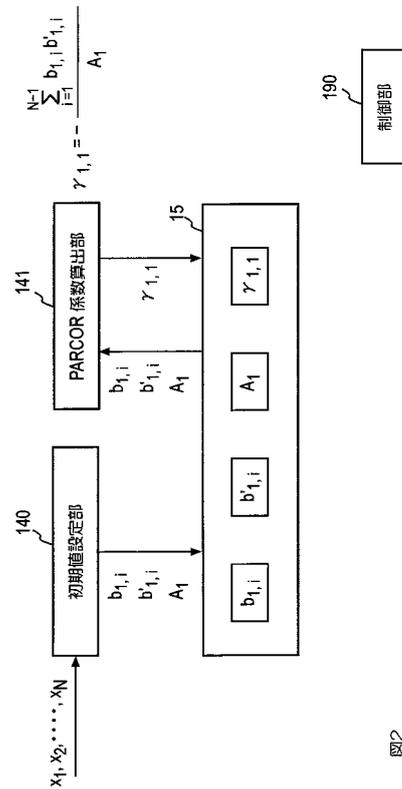
【0091】

- 1 PARCOR係数算出装置
- 141 PARCOR係数算出部
- 142 前向き予測誤差更新部
- 143 後向き予測誤差更新部
- 145 平均エネルギー算出部
- 146 線形予測係数算出部
- 148 誤差依存平均エネルギー算出部
- 149 前向き予測誤差エネルギー算出部
- 190 制御部

【図1】



【図2】



【図3】

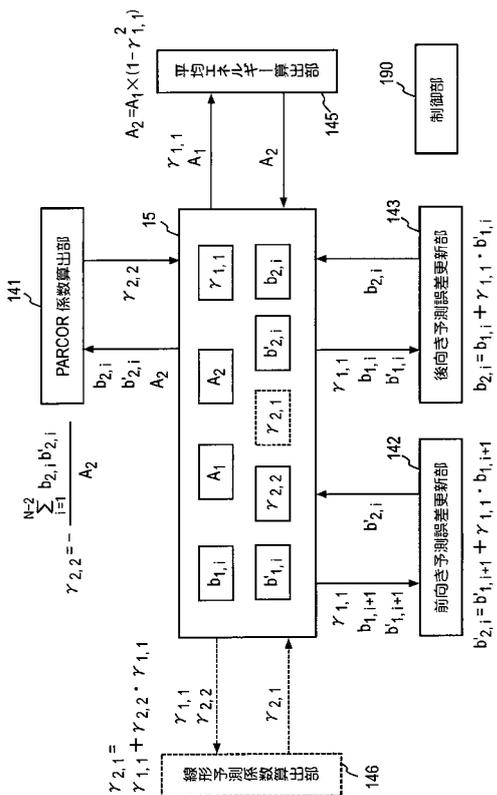


図3

【図4】

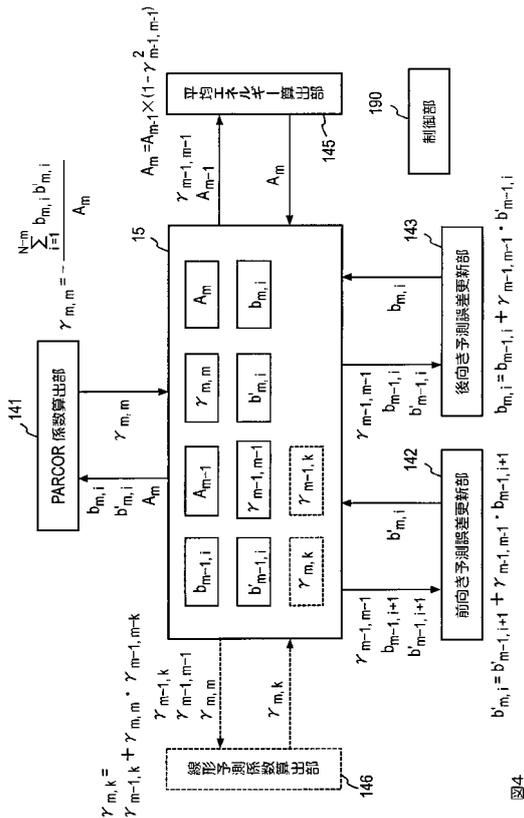


図4

【図5】

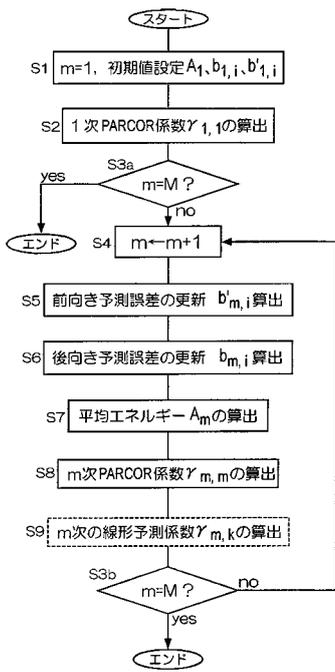


図5

【図6】

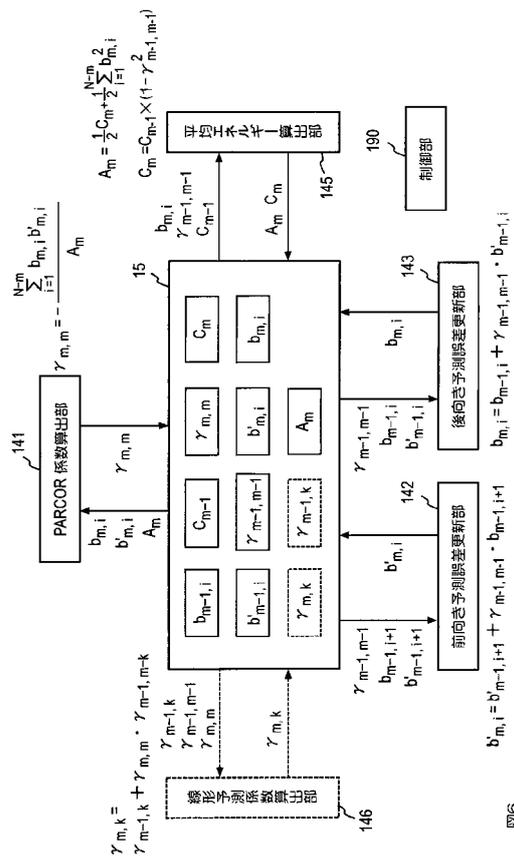


図6

【図7】

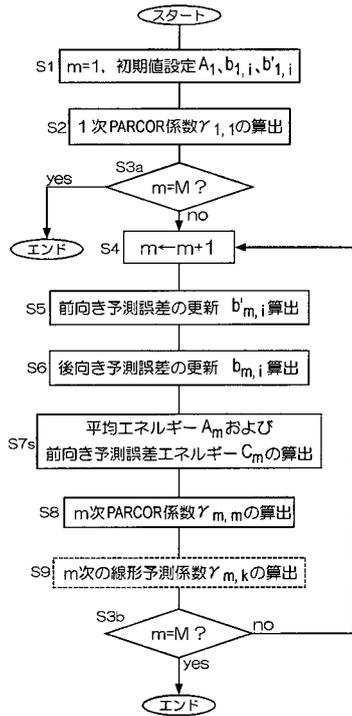


図7

【図8】

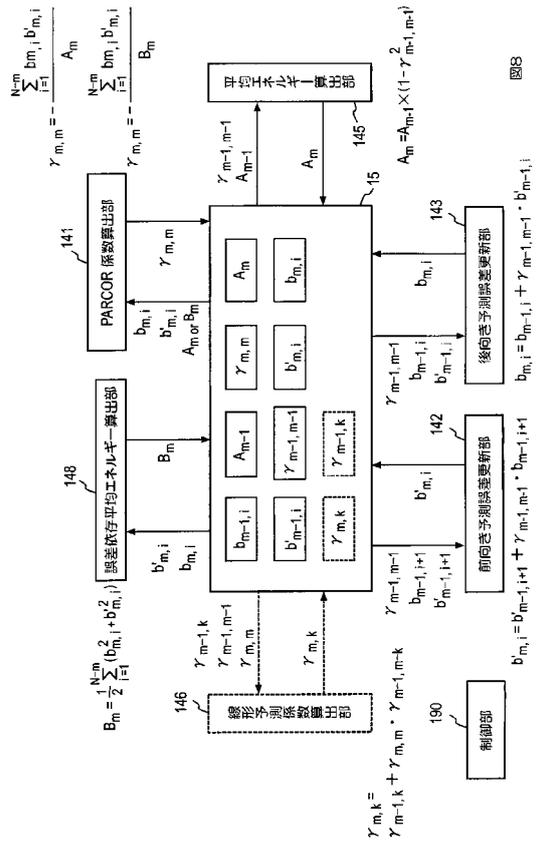


図8

【図9】

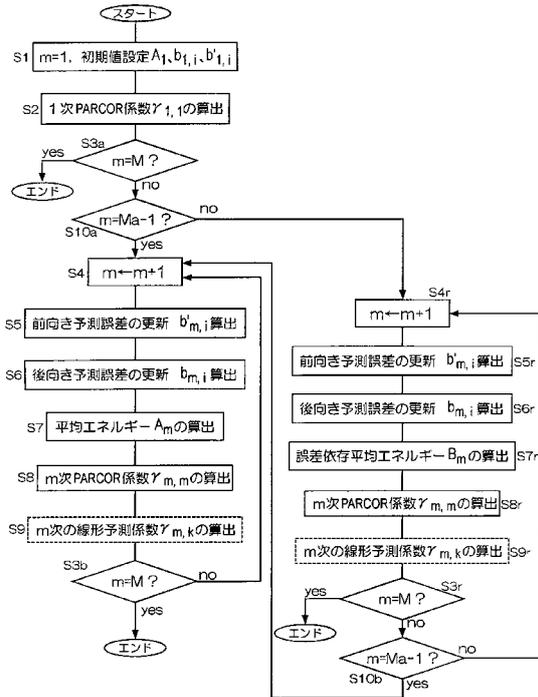


図9

【図10】

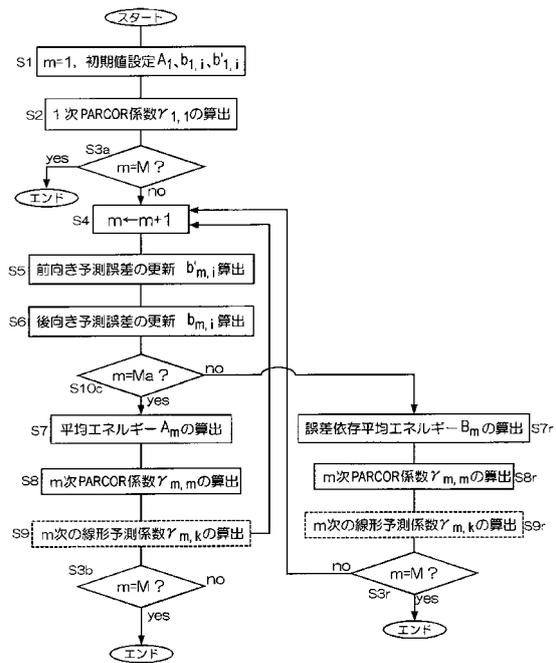


図10

【図11】

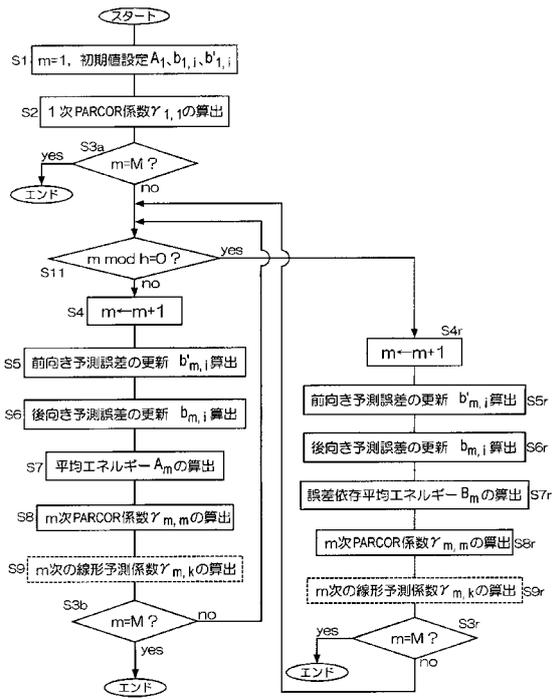


図11

【図12】

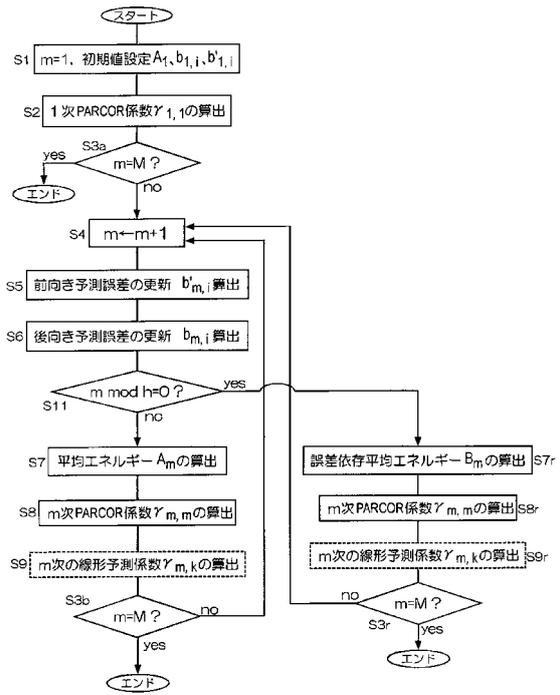


図12

フロントページの続き

(72)発明者 鎌本 優

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 毛利 太郎

(56)参考文献 特開平08-063192(JP,A)

山菅 裕之 Hiroyuki YAMASUGE, 到来角分布に応じた可変セクタに基づく階層型アダプティブアレーアンテナの一検討 A Study on Layered Adaptive Array Antenna Based on Variable Sector According to Distribution of DOA (Direction-of-Arrival), 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.99 No.702 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, 2000年3月17日, p.9-14

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 11/00 - 11/06

G10L 19/00 - 19/14