

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5281485号
(P5281485)

(45) 発行日 平成25年9月4日(2013.9.4)

(24) 登録日 平成25年5月31日(2013.5.31)

(51) Int.Cl. F I
G 1 O L 19/00 (2013.01) G 1 O L 19/00 2 2 O F
G 1 O L 19/18 (2013.01) G 1 O L 19/14 4 O O E

請求項の数 12 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2009-129175 (P2009-129175)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成21年5月28日 (2009.5.28)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2010-276848 (P2010-276848A)		東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(43) 公開日	平成22年12月9日 (2010.12.9)	(74) 代理人	100121706
審査請求日	平成24年4月9日 (2012.4.9)		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	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 双方向予測符号化装置、双方向予測復号装置、それらの方法、それらのプログラム及びその記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

時系列のサンプル列で構成される入力信号を、複数サンプルからなるフレーム単位で線形予測分析して予測係数を求める予測係数算出部と、

上記予測係数を符号化して予測係数符号を出力する予測係数符号化部と、

上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とが入力され、上記フレーム内で時間的に順方向又は逆方向のいずれかの予測方向を選択し、上記選択した予測方向の予測により上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とから求めた予測誤差列と、上記選択した予測方向を示す情報とを出力する線形予測部と、

上記予測誤差列を符号化して予測誤差符号列を出力する予測誤差符号化部と、
を備え、

上記線形予測部は、上記予測係数の値あるいは上記予測係数を求める際に用いられた所定のパラメータの値が予め設定した範囲内にある場合には、順方向と逆方向の双方について予測誤差列を求めてその符号量または符号量の推定値が小さい方の予測方向を選択し、それ以外の場合には、所定のいずれか一方を予測方向として選択する双方向予測符号化装置。

【請求項2】

請求項1に記載の双方向予測符号化装置において、

上記予測係数算出部は、上記予測係数の予測次数をフレーム毎に適応的に決定し、

上記予測次数と上記選択した予測方向を示す情報とを一体的に可変長符号化して出力す

る可変長符号化部を更に備える
 双方向予測符号化装置。

【請求項 3】

時系列のサンプル列で構成される入力信号を、複数サンプルからなるフレーム単位で線形予測分析して予測係数を求める予測係数算出部と、

上記予測係数を符号化して予測係数符号を出力する予測係数符号化部と、

上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とが入力され、上記フレーム内で時間的に順方向又は逆方向のいずれかの予測方向を選択し、上記選択した予測方向の予測により上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とから求めた予測誤差列と、上記選択した予測方向を示す情報とを出力する線形予測部と、

10

上記予測誤差列を符号化して予測誤差符号列を出力する予測誤差符号化部と、
を備え、

上記予測係数算出部は、上記予測係数を前向き予測と後向き予測による逐次分析法により算出して、当該逐次分析法の過程で求まる前向き予測誤差と後向き予測誤差とともに出力し、

上記線形予測部は、上記前向き予測誤差が上記後向き予測誤差より小さい場合には順方向を予測方向として選択し、上記後向き予測誤差が上記前向き予測誤差より小さい場合には逆方向を予測方向として選択する

双方向予測符号化装置。

【請求項 4】

20

時系列のサンプル列で構成される入力信号を、複数サンプルからなるフレーム単位で線形予測分析して予測係数を求める予測係数算出部と、

上記予測係数を符号化して予測係数符号を出力する予測係数符号化部と、

上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とが入力され、上記フレーム内で時間的に順方向又は逆方向のいずれかの予測方向を選択し、上記選択した予測方向の予測により上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とから求めた予測誤差列と、上記選択した予測方向を示す情報とを出力する線形予測部と、

上記予測誤差列を符号化して予測誤差符号列を出力する予測誤差符号化部と、
を備え、

上記予測方向を示す情報は、上記予測係数を求める際に用いられた所定のパラメータの値であり、

上記線形予測部は、上記所定のパラメータの値に対し予め設定された予測方向の選択規則を保持する選択規則記憶手段を備え、上記予測方向を上記選択規則に従い上記所定のパラメータの値に応じて選択する

双方向予測符号化装置。

【請求項 5】

予測係数符号から予測係数を復号する予測係数復号部と、

予測誤差符号列から予測誤差列を復号する予測誤差列復号部と、

上記予測係数と上記予測誤差列と当該予測誤差列の予測方向を示す情報とに基づき、上記予測方向の予測により元の信号を復元する線形予測復号部と、

40

を備え、

上記予測方向を示す情報は、上記予測係数を求める際に用いられた所定のパラメータの値であり、

上記所定のパラメータの値に対し予め設定された予測方向選択規則を保持する選択規則記憶部を更に備え、

上記線形予測復号部は、上記予測方向を上記選択規則に従い上記所定のパラメータの値に応じて決定する

双方向予測復号装置。

【請求項 6】

時系列のサンプル列で構成される入力信号を、複数サンプルからなるフレーム単位で線

50

形予測分析して予測係数を求める予測係数算出ステップと、

上記予測係数を符号化して予測係数符号を出力する予測係数符号化ステップと、

上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とから、上記フレーム内で時間的に順方向又は逆方向のいずれかの予測方向を選択し、上記選択した予測方向の予測により上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とから求めた予測誤差列と、上記選択した予測方向を示す情報とを出力する線形予測ステップと、

上記予測誤差列を符号化して予測誤差符号を出力する予測誤差符号化ステップと、
を実行し、

上記線形予測ステップは、上記予測係数の値あるいは上記予測係数を求める際に用いられた所定のパラメータの値が予め設定した範囲内にある場合には、順方向と逆方向の双方について予測誤差列を求めてその符号量または符号量の推定値が小さい方の予測方向を選択し、それ以外の場合には、所定のいずれか一方を予測方向として選択する双方向予測符号化方法。

【請求項7】

請求項6に記載の双方向予測符号化方法において、

上記予測係数算出ステップは、上記予測係数の予測次数をフレーム毎に適応的に決定し、

上記予測次数を示す情報と上記選択した予測方向を示す情報とを一体的に可変長符号化して出力する可変長符号化ステップを更に実行する
 双方向予測符号化方法。

【請求項8】

時系列のサンプル列で構成される入力信号を、複数サンプルからなるフレーム単位で線形予測分析して予測係数を求める予測係数算出ステップと、

上記予測係数を符号化して予測係数符号を出力する予測係数符号化ステップと、

上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とから、上記フレーム内で時間的に順方向又は逆方向のいずれかの予測方向を選択し、上記選択した予測方向の予測により上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とから求めた予測誤差列と、上記選択した予測方向を示す情報とを出力する線形予測ステップと、

上記予測誤差列を符号化して予測誤差符号を出力する予測誤差符号化ステップと、
を実行し、

上記予測係数算出ステップは、上記予測係数を前向き予測と後向き予測による逐次分析法により算出して、当該逐次分析法の過程で求まる前向き予測誤差と後向き予測誤差とともに出力し、

上記線形予測ステップは、上記前向き予測誤差が上記後向き予測誤差より小さい場合には順方向を予測方向として選択し、上記後向き予測誤差が上記前向き予測誤差より小さい場合には逆方向を予測方向として選択する

双方向予測符号化方法。

【請求項9】

時系列のサンプル列で構成される入力信号を、複数サンプルからなるフレーム単位で線形予測分析して予測係数を求める予測係数算出ステップと、

上記予測係数を符号化して予測係数符号を出力する予測係数符号化ステップと、

上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とから、上記フレーム内で時間的に順方向又は逆方向のいずれかの予測方向を選択し、上記選択した予測方向の予測により上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とから求めた予測誤差列と、上記選択した予測方向を示す情報とを出力する線形予測ステップと、

上記予測誤差列を符号化して予測誤差符号を出力する予測誤差符号化ステップと、
を実行し、

上記予測方向を示す情報は、上記予測係数を求める際に用いられた所定のパラメータの値であり、

上記線形予測ステップは、上記所定のパラメータの値に対し予め設定された予測方向の

10

20

30

40

50

選択規則に従い、上記予測方向を上記所定のパラメータの値に応じて選択する
双方向予測符号化方法。

【請求項 10】

予測係数符号から予測係数を復号する予測係数復号ステップと、
予測誤差符号列から予測誤差列を復号する予測誤差列復号ステップと、
上記予測係数と上記予測誤差列と当該予測誤差列の予測方向を示す情報とに基づき、当
該予測方向の予測により元の信号を復元する線形予測復号ステップと、
を実行し、

上記予測方向を示す情報は、上記予測係数を求める際に用いられた所定のパラメータの
値であり、

10

上記線形予測復号ステップは、上記所定のパラメータの値に対し予め設定された予測方
向の選択規則に従い、上記予測方向を上記所定のパラメータの値に応じて決定する
双方向予測復号方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の双方向予測符号化装置又は請求項 5 に記載の双方向
予測復号装置としてコンピュータを機能させるためのプログラム。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の双方向予測符号化装置又は請求項 5 に記載の双方向
予測復号装置としてコンピュータを機能させるためのプログラムを記録したコンピュータ
が読み取り可能な記録媒体。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音声信号を歪みなく圧縮して符号化・復号する双方向予測符号化装置、双
方向予測復号装置、それらの方法、それらのプログラム及びその記録媒体に関する。

【背景技術】

【0002】

音声、画像などの情報を歪みなく圧縮・伸長可能とする符号化技術（歪みを許さない可
逆な符号化）は、振幅をそのまま数値とする線形 PCM 信号に対しては、非特許文献 1 で
開示されたものをはじめ、様々な方法が考案されている。

30

【0003】

一方、電話の長距離伝送や VoIP 用の音声伝送には線形 PCM ではなく、ITU-T
G.711 として標準化されているサンプルあたり 8 ビットを使う対数近似圧伸 PCM
が使われている。図 18 は線形 PCM の標本値から対数近似圧伸 PCM の標本値への変換
特性の例であり、日本や米国で使われている G.711 の μ 則である。このような対数近
似圧伸 PCM 信号に対しても、例えば、対数近似圧伸 PCM 信号を線形 PCM 信号に変換
して線形 PCM 領域で線形予測を行い、予測値を対数圧伸符号化して残差を求めるとい
う方法で歪みを許さない可逆な符号化が可能である。

【0004】

これら従来の方法により予測符号化を行う際には、図 3 (a) に模式的に示すように、入
力信号の複数サンプルからなるフレーム内で、各入力信号サンプル毎に、時間的に過去の
入力信号のサンプルの重み付け和を現在のサンプルの予測値として求め、入力信号サン
プル値からこの予測値を減算することで予測誤差サンプルを算出する。なお、図 3 (a) は
、ある時点の予測誤差 1 サンプルが、例えば 3 サンプルの過去の入力信号の重み付け和で
ある予測値をその時点の入力サンプル値から減算したものであることを示すための模式的
なものである。

40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】Mat Hans, Ronald W. Schafer, "Lossless Compression of Digital Au

50

dio," IEEE Signal Processing Magazine, July 2001, pp, 21 - 32

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一般の電話に代わってV o I Pシステムが普及してくるとその伝送容量は増大する。V o I Pでは遅延時間を少なくする要請から、圧縮の単位となるフレーム長は短く、例えば1フレームあたり40サンプルとなる場合もある。しかし、フレーム長が短いと符号化の効率(圧縮効率)が低下する。

本発明の目的は、音声信号の符号化の効率、特にフレーム長が短い場合の効率を改善可能な予測符号化装置、予測復号装置等を実現することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の双方向予測符号化装置は、予測係数算出部と予測係数符号化部と線形予測部と予測誤差符号化部とを備える。

予測係数算出部は、時系列のサンプル列で構成される入力信号を、複数サンプルからなるフレーム単位で線形予測分析して予測係数を求め、予測係数符号化部は当該予測係数を符号化して予測係数符号を出力する。

【0008】

線形予測部は、上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とが入力され、上記フレーム内で時間的に順方向又は逆方向のいずれかの予測方向を選択し、上記選択した予測方向の予測により上記入力信号と上記予測係数符号に対応する予測係数とから求めた予測誤差列と、上記選択した予測方向を示す情報とを出力する。予測誤差符号化部は、上記予測誤差列を符号化して予測誤差符号列を出力する。

20

【0009】

また、本発明の双方向予測復号装置は、予測係数復号部と予測誤差列復号部と線形予測復号部とを備える。

予測係数復号部は、予測係数符号から予測係数を復号し、予測誤差列復号部は、予測誤差符号列から予測誤差列を復号する。

線形予測復号部は、上記予測係数と上記予測誤差列と当該予測誤差列の予測方向を示す情報とに基づき、上記予測方向の予測により元の信号を復元する。

30

【発明の効果】

【0010】

予測の方向によって発生する予測誤差の波形は異なり、その波形を歪みなく符号化する際に、本発明により符号量の少ない予測方向を選択でき、予測方向伝達用の1ビットを含めても全体として符号量を削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】双方向予測符号化装置100、200の機能構成例を示す図。

【図2】双方向予測符号化装置100の処理フロー例を示す図。

【図3】(a)は順方向の予測イメージを示す図、(b)は逆方向の予測イメージを示す図。

40

【図4】双方向予測復号装置600、600aの機能構成例を示す図。

【図5】双方向予測復号装置600の処理フロー例を示す図。

【図6】双方向予測符号化装置100aの機能構成例を示す図。

【図7】双方向予測符号化装置100bの機能構成例を示す図。

【図8】双方向予測復号装置600bの機能構成例を示す図。

【図9】双方向予測符号化装置200aの機能構成例を示す図。

【図10】双方向予測復号装置700の機能構成例を示す図。

【図11】予測次数情報と予測方向情報とを一体的に可変長符号化する場合の符号割り当ての例を示す図。

【図12】予測次数情報と予測方向情報とを一体的に可変長符号化する場合の符号割り当

50

ての別の例を示す図。

【図13】双方向予測符号化装置300の機能構成例を示す図。

【図14】双方向予測復号装置800の機能構成例を示す図。

【図15】双方向予測符号化装置400の機能構成例を示す図。

【図16】双方向予測符号化装置500の機能構成例を示す図。

【図17】双方向予測復号装置900の機能構成例を示す図。

【図18】線形PCMと対数近似圧伸PCMとの変換特性の例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

10

【実施例1】

【0013】

〔符号化装置〕

図1に本発明の双方向予測符号化装置100の機能構成例を、図2にその処理フロー例をそれぞれ示す。双方向予測符号化装置100は、フレーム分割部110と予測係数算出部120と予測係数符号化部130と線形予測部140と予測誤差符号化部150と多重化部160とを備える。

フレーム分割部110には、時系列のサンプル $x(i)$ （ただし、 i は時系列サンプルの時刻順を示す番号）が入力され、フレーム単位に分割された信号列 $X = \{x(1), x(2), \dots, x(N)\}$ を出力する。ここで N は1フレームのサンプル数である。

20

【0014】

予測係数算出部120は、予測分析手段121と予測係数量子化手段122とを備える。予測分析手段121は、信号列 X が入力され、予測分析を行うことによりフレーム単位で、予め定めた次数 P の予測係数 $K = \{k(1), k(2), \dots, k(P)\}$ を生成する。予測分析の形態としては、1次から連続に数次までの係数を持つ短期予測と、ピッチ周期だけ離れたサンプル間で係数を持つ長期予測とがあるが、いずれの形態を用いても構わない。また、次数 P は予め定めずに、図示しない別の手段により決定してもよい。フレーム毎に次数 P を決定する方法としては、例えば特開2009-69309に記載された方法などがある。予測係数量子化手段122は、予測係数 K を量子化して量子化予測係数 $K_q = \{k_q(1), k_q(2), \dots, k_q(P)\}$ を出力する（S1）。なお、量子化に先立ち予測係数をPARCOR (Partial Autocorrelation: 偏自己相関) 係数に変換しておくことで、符号化時の情報量を抑制することができる。

30

【0015】

予測係数符号化部130は、量子化予測係数 K_q が入力され、これを符号化して予測係数符号 $C_k = \{c_k(1), c_k(2), \dots, c_k(P)\}$ を出力する（S2）。なお、符号化に際しては、出現頻度の高い値には短い符号を割り振り、出現頻度の低い値には長い符号を割り振る可変長符号化を行うことで、符号長を短くすることができ、圧縮効率をより高めることができる。

線形予測部140は、信号列 X と量子化予測係数 K_q とが入力され、フレーム内で時間的に順方向又は逆方向のいずれかの予測方向を選択し、選択した予測方向の予測により信号列 X と量子化予測係数 K_q とから求めた予測誤差列 $E = \{e(1), e(2), \dots, e(N)\}$ と、選択した予測方向を示す情報 s とを出力する（S3）。

40

【0016】

先に説明したように、予測値列を求める際には従来は図3(a)に示すように、複数サンプルからなるフレーム内で時間的に過去のサンプルの重み付け和を求めることにより現在のサンプルを予測していた（順方向の予測）。しかし、図3(b)に示すように、フレーム内で時間的に未来のサンプルの重み付け和を求めることにより現在のサンプルを予測することも可能である（逆方向の予測）。予測係数は、通常の線形予測分析によりフレーム内のサンプルの相関関数から求めるが、この相関関数には時間の前後の違いは無い。そのため、順方向の予測係数と逆方向の予測係数は同じになるが、係数が全く同一であっても両

50

者の予測誤差系列は異なり、符号化した際（特に可変長符号化した際）の符号量も異なる。そこで、符号量が小さい方の予測方向の予測誤差列を選択することで、復号側に伝送すべき符号量を削減することができる。

【 0 0 1 7 】

線形予測部 1 4 0 は例えば図 1 に示すように、予測手段 1 4 1 と減算手段 1 4 2 と予測方向選択手段 1 4 3 とから構成することができる。予測手段 1 4 1 は、信号列 X と量子化予測係数 K_q とから、フレーム内で式(1)による時間的に順方向の予測及び式(2)による時間的に逆方向の予測により、順方向予測値列 $X_{pf} = \{x_{pf}(1), x_{pf}(2), \dots, x_{pf}(N)\}$ 及び逆方向予測値列 $X_{pb} = \{x_{pb}(1), x_{pb}(2), \dots, x_{pb}(N)\}$ を求める。

【 0 0 1 8 】

【 数 1 】

$$x_{pf}(i) = \sum_{j=1}^P k_q(j) x(i-j) \quad (i=1, \dots, N) \quad (1)$$

【 0 0 1 9 】

【 数 2 】

$$x_{pb}(i) = \sum_{j=1}^P k_q(j) x(i+j) \quad (i=1, \dots, N) \quad (2)$$

【 0 0 2 0 】

なお、式(1)で用いる $x(i-j)$ の $i-j$ が 1 から N の範囲外である場合には、例えば、 $x(i-j)$ の値が 0 であるとして式(1)による予測を行う。または、式(1)における の加算範囲を P までではなく、 $i-j$ が 1 から N の範囲外とならない最大の値までとして予測を行う。この予測方法は具体的には特許第3871672号に記載されている。式(2)で用いる $x(i+j)$ の $i+j$ についても同様である。

【 0 0 2 1 】

減算手段 1 4 2 は、信号列 X から順方向予測値列 X_{pf} を対応するサンプル毎に減算した順方向予測誤差列 $E_f = \{e_f(1), e_f(2), \dots, e_f(N)\}$ と、信号列 X から逆方向予測値列 X_{pb} を対応するサンプル毎に減算した逆方向予測誤差列 $E_b = \{e_b(1), e_b(2), \dots, e_b(N)\}$ をそれぞれ求める。予測方向選択手段 1 4 3 は、順方向予測誤差列 E_f を予め定めた方法により符号化して得られる符号の符号量と、逆方向予測誤差列 E_b を予め定めた方法により符号化して得られる符号の符号量をそれぞれ求め、符号量が小さい方の予測誤差列を選択して出力するとともに、選択した当該予測誤差列 E に対応する予測方向を示す情報 s を出力する。予測方向を示す情報 s は、例えば 1 ビットの情報として、順方向であれば 0、逆方向であれば 1 を出力することが考えられる。なお、選択にあたっては実際の符号量を計算せず、その推定値を用いるほうが現実的である。推定値としては、順方向予測誤差列 E_f と逆方向予測誤差列 E_b それぞれの系列の振幅の絶対値の和、または振幅の 2 乗和を使うことができる。これは、符号量は絶対値の和、または振幅の 2 乗和にほぼ比例する傾向があるためである。また、方向の選択にあたってはフレーム全体のすべての予測誤差を計算せずに、途中まで、または一部のサンプルに対して双方向の予測誤差を求め、それぞれの方向の中間符号量を推定して、符号量が小さくなる方向だけについて最後まで予測誤差を計算してもよい。中間符号量の段階で最終符号量が大きくなってしまいう可能性が大きい方向は計算しないので演算量を削減できる。例えば、まず、予測手段 1 4 1 は $N > M$ である M 個の順方向予測値 $x_{pf}(1), x_{pf}(2), \dots, x_{pf}(M)$ と M 個の逆方向予測値 $x_{pb}(N-M+1), x_{pb}(N-M+2), \dots, x_{pb}(N)$ を求め、減算手段 1 4 2 は M 個の順方向予測誤差 $e_f(1), e_f(2), \dots, e_f(M)$ と M 個の逆方向予測誤差 $e_b(N-M+1), e_b(N-M+2), \dots, e_b(N)$ を求める。予測方向選択手段 1 4 3 は M 個の順方向予測誤差および M 個の逆方向予測誤差それぞれの振幅の絶対値の和または振幅の 2 乗和を符号量の推定値として求め、求めた推定値が小さい予測方向を示す情報 s を出力する。次に、選択された予測方向について前記以外の $N - M$ 個のサンプルに対応する予測値と予測誤差とを予測手段 1 4 1 と減算手段 1 4 2 のそれぞれで求め、選択された予測方向について既に求めてあった M 個の予測誤差と新たに求めた $N - M$ 個の予測誤差とを纏めたものを予測誤差列 E として出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

予測誤差符号化部 1 5 0 は、予測誤差列 E を符号化して予測誤差符号列 $C_e = \{c_e(1), c_e(2), \dots, c_e(N)\}$ を生成して出力する (S 4)。符号化に際しては、出現頻度の高い値には短い符号を割り振り、出現頻度の低い値には長い符号を割り振る可変長符号化を行うことで、符号長を短くすることができ、圧縮効率をより高めることができる。なお、予測方向選択手段 1 4 3 において実際の符号量を求める構成とする場合は、双方向予測符号化装置 1 0 0 は予測誤差符号化部 1 5 0 を備えない構成とし、予測方向選択手段 1 4 3 が選択された予測誤差列 E に対応する符号を予測誤差符号列 C_e として出力する。

そして最後に、多重化部 1 6 0 が予測係数符号 C_k と予測誤差符号列 C_e と情報 s とを多重化し、多重化信号 M を出力する。

10

【 0 0 2 3 】

〔復号装置〕

図 4 に本発明の双方向予測復号装置 6 0 0 の機能構成例を、図 5 にその処理フロー例をそれぞれ示す。双方向予測復号装置 6 0 0 は、多重分離部 6 1 0 と予測係数復号部 6 2 0 と予測誤差復号部 6 3 0 と線形予測復号部 6 4 0 とを備え、図 1 に示す本発明の双方向予測符号化装置 1 0 0 と対向して用いられる。

【 0 0 2 4 】

多重分離部 6 1 0 は、符号化装置から送信された多重化信号 M を受信し、予測係数符号 C_k と、予測誤差符号列 C_e と、予測方向を示す情報 s とを分離して出力する。

予測係数復号部 6 2 0 は、予測係数符号 C_k を量子化予測係数 K_q に復号し (S 1 1)、予測誤差復号部 6 3 0 は、予測誤差符号列 C_e を予測誤差列 E に復号する (S 1 2)。

20

【 0 0 2 5 】

線形予測復号部 6 4 0 は、量子化予測係数 K_q と予測誤差列 E と予測方向を示す情報 s とが入力され、情報 s から得られる予測方向が順方向であれば、 i が 1 から N までの順に式 (3) により順方向の予測による元の信号 $x(i)$ を順次生成することによって、元の信号列 X を得る。また、予測方向が逆方向であれば、 i が N から 1 までの順に式 (4) により逆方向の予測による元の信号 $x(i)$ を順次生成することによって、元の信号列 X を得る (S 1 3)。

【 0 0 2 6 】

【数 3】

$$x(i) = e(i) + \sum_{j=1}^P k_q(j) x(i-j) \quad (i=1, \dots, N) \quad (3)$$

30

【 0 0 2 7 】

【数 4】

$$x(i) = e(i) + \sum_{j=1}^P k_q(j) x(i+j) \quad (i=N, \dots, 1) \quad (4)$$

【 0 0 2 8 】

なお、式 (3) で用いる $x(i-j)$ の $i-j$ が 1 から N の範囲外である場合には、例えば、 $x(i-j)$ の値が 0 であるとして式 (3) を行うか、式 (3) における の加算範囲を P までではなく、 $i-j$ が 1 から N の範囲外とならない最大の値までとして予測を行う。式 (4) で用いる $x(i+j)$ の $i+j$ についても同様である。

40

以上のように符号化装置及び復号装置を構成することで、より効率的に符号化できる予測方向を適応的に選択して予測符号化できるため、符号化の効率、特にフレーム長が短い場合の効率を改善することができる。

【 0 0 2 9 】

< 変形例 1 >

図 6 に双方向予測符号化装置 1 0 0 の変形例である双方向予測符号化装置 1 0 0 a の機能構成例を示す。双方向予測符号化装置 1 0 0 との相違は、フレーム分割部 1 1 0 の後段に線形変換部 1 1 5 が挿入されるとともに、線形予測符号化部 1 4 0 が予測手段 1 4 1 の後段に圧伸変換手段 1 4 4 が挿入された、線形予測符号化部 1 4 0 a に置き換わっている

50

点にある。その他の構成は同様である。

【0030】

入力される時系列のサンプル $x(i)$ が対数近似圧伸PCM信号などの圧伸された信号である場合、図1の双方向予測符号化装置100を用いると、圧伸前の線形PCM信号に対する非線形性により予測誤差が大きくなり、符号化効率が低下する。これは特に振幅の大きいサンプルにおいて顕著である。そこで、本変形例の双方向予測符号化装置100aでは、フレーム分割部110からフレーム単位で出力された信号列 X を線形変換部115にて圧伸前の信号列と線形又はそれに近い関係の信号列 Y に変換した上で、信号列 X の代わりに信号列 Y を用いて予測係数算出部120及び予測手段141における処理を行う。そして、予測手段141で得られた予測値列 Y_{pf} と Y_{pb} それぞれについて圧伸変換手段144にて圧伸された信号列 X_{pf} と X_{pb} に変換する。圧伸変換手段144が行う変換は、線形変換部115における変換の逆変換である。

10

【0031】

また、双方向予測符号化装置100aと対向して用いる双方向予測復号装置600aは、図4に示す線形予測復号部640が線形予測復号部640aに置き換わる以外は双方向予測復号装置600と同様の構成である。線形予測復号部640aは、順方向の予測による場合には式(5)により、また逆方向の予測による場合には式(6)により、 $x(i)$ を順次生成することによって元の信号列 X を得る。

【0032】

【数5】

$$x(i) = e(i) + x_{pf}(i) \quad (i=1, \dots, N) \quad (5)$$

20

【0033】

【数6】

$$x(i) = e(i) + x_{pb}(i) \quad (i=N, \dots, 1) \quad (6)$$

【0034】

ここで、 $x_{pf}(i)$ は式(7)により求めた $y_{pf}(i)$ を圧伸変換した値であり、 $x_{pb}(i)$ は式(8)により求めた $y_{pb}(i)$ を圧伸変換した値である。圧伸変換とは、対数近似圧伸PCM信号などの圧伸された信号列を、線形PCM信号列と線形又はそれに近い関係の信号列に変換する変換のことである。

30

【0035】

【数7】

$$y_{pf}(i) = \sum_{j=1}^P k_q(j) y(i-j) \quad (i=1, \dots, N) \quad (7)$$

【0036】

【数8】

$$y_{pb}(i) = \sum_{j=1}^P k_q(j) y(i+j) \quad (i=N, \dots, 1) \quad (8)$$

【0037】

ある1から出発する i についてまず式(7)により $y_{pf}(i)$ を求め、これを前記の圧伸変換の逆変換により $x_{pf}(i)$ に変換し、式(5)により $x(i)$ を求め、これを前記の圧伸変換により $y(i)$ に変換する。この $y(i)$ が式(7)の $i+1$ 時点以降の合成に使われる。同様にしかし時間的には逆順で式(6)と式(8)で合成される。すなわち N から出発する i についてまず式(8)により $y_{pb}(i)$ を求め、これを前記の圧伸変換の逆変換により $x_{pb}(i)$ に変換し、式(6)により $x(i)$ を求め、これを前記の圧伸変換により $y(i)$ に変換する。この $y(i)$ が式(8)の $i-1$ 時点以前の合成に使われる。なお、 $y(i-j)$ と $y(i+j)$ は、それぞれ $x(i-j)$ と $x(i+j)$ を圧伸前の値と線形又はそれに近い関係の値に変換したものである。 $x(i-j)$ の $i-j$ が1から N の範囲外である場合には、例えば、 $x(i-j)$ の値が0であるとして式(7)を行うか、式(7)における の加算範囲を P までではなく、 $i-j$ が1から N の範囲外とならない最大の値

40

50

までとして予測を行う。x(i+j)のi+jについても同様である。

【0038】

このように圧伸前の信号列と線形又はそれに近い関係の信号列に変換した上で予測係数及び予測値列を算出することで、予測誤差をより小さくすることができ符号化の効率を高めることができる。

【0039】

<変形例2>

予測分析の形態には、上記のとおり1次から連続に数次までの係数を持つ短期予測と、ピッチ周期だけ離れたサンプル間で係数を持つ長期予測とがある。変形例2では、短期予測と長期予測とを組み合わせることで予測符号化を行う双方向予測符号化装置100b及び対向する双方向予測復号装置600bについて説明する。

図7に双方向予測符号化装置100bの機能構成例を示す。双方向予測符号化装置100bは、フレーム分割部110と予測係数算出部120bと予測係数符号化部130bと線形予測部140bと予測誤差符号化部150と多重化部160とを備える。フレーム分割部110と予測誤差符号化部150と多重化部160の機能は双方向予測符号化装置100と同様である。

【0040】

予測係数算出部120bは、予測分析手段121bと予測係数量子化手段122bとを備える。予測分析手段121bは、フレーム単位の信号列Xが入力され、短期の予測分析と長期の予測分析とをそれぞれ行い、フレーム単位で予め定めた次数Pの短期予測係数 $K_1 = \{k_1(1), k_1(2), \dots, k_1(P)\}$ と予め定めた次数Qの長期予測係数 $K_2 = \{k_2(1), k_2(2), \dots, k_2(Q)\}$ と遅延量Tを算出する。予測係数量子化手段122bは、短期予測係数 K_1 と長期予測係数 K_2 とをそれぞれ量子化して量子化短期予測係数 $K_{1q} = \{k_{1q}(1), k_{1q}(2), \dots, k_{1q}(P)\}$ と量子化長期予測係数 $K_{2q} = \{k_{2q}(1), k_{2q}(2), \dots, k_{2q}(Q)\}$ と遅延量Tを出力する。

【0041】

予測係数符号化部130bは、量子化短期予測係数 K_{1q} と量子化長期予測係数 K_{2q} と遅延量Tをそれぞれ符号化して、短期予測係数符号 $C_{k1} = \{c_{k1}(1), c_{k1}(2), \dots, c_{k1}(P)\}$ と長期予測係数符号 $C_{k2} = \{c_{k2}(1), c_{k2}(2), \dots, c_{k2}(Q)\}$ と遅延量符号 C_T を出力する。

【0042】

線形予測部140bは、第1予測手段141bと第1減算手段142bと第1予測方向選択手段143bと第2予測手段145と第2減算手段146と第2予測方向選択手段147とを備える。第1予測手段141bは、信号列Xと量子化短期予測係数 K_{1q} とから、フレーム内で式(9)による時間的に順方向の短期予測及び式(10)による時間的に逆方向の短期予測により、順方向短期予測値列 $X_{1pf} = \{x_{1pf}(1), x_{1pf}(2), \dots, x_{1pf}(N)\}$ 及び逆方向短期予測値列 $X_{1pb} = \{x_{1pb}(1), x_{1pb}(2), \dots, x_{1pb}(N)\}$ を求める。

【0043】

【数9】

$$x_{1pf}(i) = \sum_{j=1}^P k_{1q}(j) x(i-j) \quad (i=1, \dots, N) \quad (9)$$

【0044】

【数10】

$$x_{1pb}(i) = \sum_{j=1}^P k_{1q}(j) x(i+j) \quad (i=1, \dots, N) \quad (10)$$

【0045】

なお、式(9)で用いるx(i-j)のi-jが1からNの範囲外である場合には、例えば、x(i-j)の値が0であるとして式(9)による予測を行う。または、式(9)におけるの加算範囲をPまでではなく、i-jが1からNの範囲外とならない最大の値までとして予測を行う。式(10)で用いるx(i+j)のi+jについても同様である。第1減算手段142bは、信号列Xから順

10

20

30

40

50

方向短期予測値列 X_{1pf} を対応するサンプル毎に減算した順方向短期予測誤差列 $E_{1f} = \{e_{1f}(1), e_{1f}(2), \dots, e_{1f}(N)\}$ と、信号列 X から逆方向短期予測値列 X_{1pb} を対応するサンプル毎に減算した逆方向短期予測誤差列 $E_{1b} = \{e_{1b}(1), e_{1b}(2), \dots, e_{1b}(N)\}$ をそれぞれ求める。第1予測方向選択手段143bは、順方向短期予測誤差列 E_{1f} を予め定めた方法により符号化して得られる符号の符号量と、逆方向短期予測誤差列 E_{1b} を予め定めた方法により符号化して得られる符号の符号量をそれぞれ求め、小さい方の予測誤差列を選択してそれを短期予測誤差列 $E_1 = \{e_1(1), e_1(2), \dots, e_1(N)\}$ として出力するとともに、当該短期予測誤差列 E_1 に対応する短期予測の予測方向を示す情報 s_1 を出力する。情報 s_1 は、例えば1ビットの情報として、順方向であれば0、逆方向であれば1を出力することが考えられる。なお、選択にあたっては実際の符号量を計算せず、その推定値を用いるほうが現実的である。推定値としては、順方向短期予測誤差列 E_{1f} と逆方向短期予測誤差列 E_{1b} それぞれの系列の全部または一部の振幅の絶対値の和、または振幅の2乗和を使うことができる。第2予測手段145は、短期予測誤差列 E_1 と量子化長期予測係数 K_{2q} と遅延量 T とから、フレーム内で式(11)による時間的に順方向の長期予測及び式(12)による時間的に逆方向の長期予測により、順方向長期予測値列 $X_{2pf} = \{x_{2pf}(1), x_{2pf}(2), \dots, x_{2pf}(N)\}$ 及び逆方向長期予測値列 $X_{2pb} = \{x_{2pb}(1), x_{2pb}(2), \dots, x_{2pb}(N)\}$ を求める。

【0046】

【数11】

$$x_{2pf}(i) = \sum_{j=1}^Q k_{2q}(j) e_1(i-j-T) \quad (i=1, \dots, N) \quad (11)$$

【0047】

【数12】

$$x_{2pb}(i) = \sum_{j=1}^Q k_{2q}(j) e_1(i+j+T) \quad (i=1, \dots, N) \quad (12)$$

【0048】

なお、式(11)で用いる $e_1(i-j-T)$ の $i-j-T$ が1から N の範囲外である場合には、例えば、 $e_1(i-j-T)$ の値が0であるとして式(11)による予測を行う。式(12)で用いる $e_1(i+j+T)$ の $i+j+T$ についても同様である。第2減算手段146は、短期予測誤差列 E_1 から順方向長期予測値列 X_{2pf} を対応するサンプル毎に減算した順方向予測誤差列 $E_{2f} = \{e_{2f}(1), e_{2f}(2), \dots, e_{2f}(N)\}$ と、短期予測誤差列 E_1 から逆方向長期予測値列 X_{2pb} を対応するサンプル毎に減算した逆方向予測誤差列 $E_{2b} = \{e_{2b}(1), e_{2b}(2), \dots, e_{2b}(N)\}$ をそれぞれ求める。第2予測方向選択手段147は、順方向予測誤差列 E_{2f} を予め定めた方法により符号化して得られる符号の符号量と、逆方向予測誤差列 E_{2b} を予め定めた方法により符号化して得られる符号の符号量をそれぞれ求め、小さい方の予測誤差列を選択して短期予測と長期予測とを組み合わせた予測誤差列 E として出力するとともに、当該予測誤差列 E に対応する長期予測の予測方向を示す情報 s_2 を出力する。情報 s_2 についても、例えば1ビットの情報として、順方向であれば0、逆方向であれば1を出力することが考えられる。選択にあたっては実際の符号量を計算せず、その推定値を用いるほうが現実的である。推定値としては、順方向予測誤差列 E_{2f} と逆方向予測誤差列 E_{2b} それぞれの系列の全部または一部の振幅の絶対値の和、または振幅の2乗和を使うことができる。また、短期予測、長期予測に対する予測方向を示す情報 s_1 、 s_2 による4状態について、各状態に対して可変長符号を割り当てることで平均符号量を削減することができる。なお、第2予測方向選択手段147において実際の符号量を求める構成とする場合は、双方向予測符号化装置100bは予測誤差符号化部150を備えない構成とし、第2予測方向選択手段147が選択された予測誤差列 E に対応する符号を予測誤差符号列 C_e として出力する。

【0049】

図8に双方向予測符号化装置100bと対向して用いる双方向予測復号装置600bの機能構成例を示す。双方向予測復号装置600bは、多重分離部610と予測係数復号部620bと予測誤差復号部630と第2線形予測復号部680と第1線形予測復号部64

10

20

30

40

50

0 b とを備える。多重分離部 6 1 0 と予測誤差復号部 6 3 0 の機能は双方向予測復号装置 6 0 0 と同様である。

予測係数復号部 6 2 0 b は、短期予測係数符号 C_{k_1} と長期予測係数符号 C_{k_2} と遅延量符号 C_T とを復号し、量子化短期予測係数 K_{1q} と量子化長期予測係数 K_{2q} と遅延量 T とを出力する。

【 0 0 5 0 】

第 2 線形予測復号部 6 8 0 は、予測誤差列 E と量子化長期予測係数 K_{2q} と遅延量 T と長期予測の予測方向を示す情報 s_2 とが入力され、情報 s_2 から得られる予測方向が順方向であれば、 i が 1 から N までの順に式(13)により順方向の予測による短期予測誤差列 E_1 を生成し、逆方向であれば i が N から 1 までの順に式(14)により逆方向の予測による短期

10

【 0 0 5 1 】

【数 1 3】

$$e_1(i) = e(i) + \sum_{j=1}^Q k_{2q}(j) e_1(i-j-T) \quad (i=1, \dots, N) \quad (13)$$

【 0 0 5 2 】

【数 1 4】

$$e_1(i) = e(i) + \sum_{j=1}^Q k_{2q}(j) e_1(i+j+T) \quad (i=N, \dots, 1) \quad (14)$$

【 0 0 5 3 】

なお、式(13)で用いる $e_1(i-j-T)$ の $i-j-T$ が 1 から N の範囲外である場合には、例えば、 $e_1(i-j-T)$ の値が 0 であるとして式(13)による予測を行う。式(14)で用いる $e_1(i+j+T)$ の $i+j+T$ についても同様である。

20

【 0 0 5 4 】

第 1 線形予測復号部 6 4 0 b は、第 2 線形予測復号部 6 8 0 にて生成された短期予測誤差列 E_1 と、量子化短期予測係数 K_{1q} と、短期予測の予測方向を示す情報 s_1 とが入力され、情報 s_1 から得られる予測方向が順方向であれば、 i が 1 から N までの順に式(15)により順方向の予測による元の信号 $x(i)$ を順次生成し、予測方向が逆方向であれば i が N から 1 までの順に式(16)により逆方向の予測による信号 $x(i)$ を順次生成することにより、元の信号列 X を得る。

30

【 0 0 5 5 】

【数 1 5】

$$x(i) = e_1(i) + \sum_{j=1}^P k_{1q}(j) x(i-j) \quad (i=1, \dots, N) \quad (15)$$

【 0 0 5 6 】

【数 1 6】

$$x(i) = e_1(i) + \sum_{j=1}^P k_{1q}(j) x(i+j) \quad (i=N, \dots, 1) \quad (16)$$

【 0 0 5 7 】

なお、式(15)で用いる $x(i-j)$ の $i-j$ が 1 から N の範囲外である場合には、例えば、 $x(i-j)$ の値が 0 であるとして式(15)による予測を行う。または、式(15)における の加算範囲を P までではなく、 $i-j$ が 1 から N の範囲外とならない最大の値までとして予測を行う。式(16)で用いる $x(i+j)$ の $i+j$ についても同様である。

40

【 0 0 5 8 】

なお、符号化装置側で短期予測と長期予測の双方を行うのではなく短期予測と長期予測の何れか一方を選択的に実行する場合には、短期予測と長期予測の何れの予測を選択したかを示す 1 ビットの補助情報を符号化装置から出力して復号装置に伝え、復号装置ではこの補助情報に従って短期予測と長期予測の何れかを選択して復号を行えばよい。

以上のように短期予測と長期予測とを組み合わせることで双方向の予測を行うことで、より予測誤差を小さくできるため、符号化の効率をより高めることができる。

50

【実施例 2】

【0059】

実施例 1 の双方向予測符号化装置 100 では、すべての場合に双方向の予測を行うが、すべての場合に双方向の予測誤差を求めると平均処理量が増大する。これを抑制する方法として、例えば次の 2 つが考えられる。

【0060】

1 つ目は、双方向の予測誤差の計算を、計算する価値が大きい場合に限定する。具体的には予測の効果が大きい場合、すなわち予測係数や PARCOR 係数が大きい場合が考えられる。例えば、逆量子化後の 1 次の PARCOR 係数がしきい値以上の場合だけ双方向の予測誤差を求め、それ以外では例えば順方向についてのみ求める。

10

【0061】

2 つ目は、双方向の予測誤差の計算を、計算する手間が小さい場合に限定する。予測符号化では予測係数の情報量と予測誤差の情報量の総和を小さくすべく、予測次数を適応的に選択してもよい。本発明の双方向の予測は次数にかかわらず有効であるが、予測誤差を求める演算量が一方の予測の場合のほぼ 2 倍に達する。また、予測次数が大きいほど係数の数が多いため演算量が大きく増加する。そこで、全体での演算量の増加を抑えつつ、双方向の予測の効果を高めるために、予測次数が一定値以下の場合にのみ双方向の予測を行い、そうでない場合には例えば順方向のみで予測を行う。

なお、いずれの場合においても、予め一方の予測の場合の予測方向を決めておけば、選択した予測方向を伝達する情報 s は双方向の予測を行ったときのみ送信すればよい。

20

【0062】

上記の 1 つ目の方法を具体化した本発明の双方向予測符号化装置 200 の機能構成例を図 1 に示す。双方向予測符号化装置 200 は、双方向予測符号化装置 100 の予測手段 141 を予測手段 241 に置き換えた構成である。

予測手段 241 は、予測分析手段 121 にて得られた 1 次の予測係数 $k(1)$ (1 次の量子化予測係数 $k_q(1)$) の値が予め設定した範囲内にある場合は、予測手段 141 と同様の処理を行う。一方、範囲外にある場合は、予め設定したいずれか一方の予測により予測値列 X_p を求め、以降は当該一方についてのみ処理を行う。この場合、予測方向を示す情報 s の送受は不要である。これは、復号側の線形予測復号部 640 が受け取った量子化予測係数 K_q の値が予め設定した範囲外であることをもって、予め設定した当該一方の処理が符号化側にて行われたことを復号側で認知できるためである。すなわち、量子化予測係数 K_q が予測方向を示す情報 s の役割を兼ねている。

30

【0063】

上記の 2 つ目の方法を具体化した本発明の双方向予測符号化装置 200 a の機能構成例を図 9 に示す。双方向予測符号化装置 200 a は、フレーム分割部 110 と予測係数算出部 220 a と予測係数符号化部 130 と線形予測部 240 a と予測誤差符号化部 150 と多重化部 160 とを備える。また、予測係数算出部 220 a は、予測分析手段 221 a と予測係数量子化手段 122 とを備え、線形予測部 240 a は、予測手段 241 a と減算手段 142 と予測方向選択手段 143 とを備える。つまり、予測分析手段 221 a と予測手段 241 a 以外は双方向予測符号化装置 100 と同様の構成である。

40

【0064】

予測分析手段 221 a は、予測係数の次数 P をフレーム毎に適応的に決定し、予測係数 K とともに出力する。また、予測係数の次数 P は復号装置での予測処理にも必要であるため、多重化部 160 にて他の情報と共に多重化されて送信される。なお、次数 P が送信される場合には対向して図 10 に示すような双方向予測復号装置 700 が設けられ、次数 P は線形予測復号部 740 での予測処理に用いられる。予測手段 241 a は、予測係数の次数 P が予め設定した範囲内にある場合は、予測手段 141 と同様の処理を行う。一方、予測係数の次数 P の値が予め設定した範囲外にある場合は、予め設定したいずれか一方の予測により予測値列 X_p を求め、以降は当該一方についてのみ処理を行う。この場合、予測方向を示す情報 s の送受は不要である。これは、復号側の線形予測復号部 740 が受

50

け取った予測係数の次数 P が予め設定した範囲外であることをもって、予め設定した当該一方方向の処理が符号化側にて行われたことを復号側で認知できるためである。すなわち、予測係数の次数 P が予測方向を示す情報 s の役割を兼ねている。なお、予測方向の判定パラメータは必ずしも予測係数の次数でなくてもよく、本発明に適用可能なものを適宜選択可能である。

以上のように、双方向の予測を限定的に行うことで平均処理量の増大を防ぐことができる。

【実施例 3】

【0065】

符号化装置の予測分析手段において予測係数を算出する際、予測係数の次数 P をフレーム毎に適応的に決定する場合、例えば図 9、図 10 の構成例においては予測次数 P と予測値列の予測方向を示す情報 s とを個別に扱っているが、これらを一体的に可変長符号化して扱った方が平均符号長を小さくすることができる。例えば、図 11 に示すように予測次数 P を 2 ビット (1 次、2 次、3 次、4 次の 4 種から選択)、予測方向を伝達する情報 s を 1 ビット (0 : 順方向、1 : 逆方向) で単純に構成すると、全ての場合に 3 ビットを割り当てることになる。しかし、各組み合わせの頻度に応じて可変長符号を割り当てることで平均符号長を小さくできる。図 11 に示した可変長割当は、高次の予測の場合に順方向のみとし、かつ符号長も短く構成した割り当て例である。また図 12 に示した可変長割当は、次数が 00 (1 次) と 11 (4 次) の頻度が高く、その場合順方向より逆方向が選ばれる頻度が高い場合の割り当て例である。

【0066】

可変長符号化を行う双方向予測符号化装置 300 の機能構成例を図 13 に、双方向予測符号化装置 300 と対向して用いる双方向予測復号装置 800 の機能構成例を図 14 にそれぞれ示す。図 13 は図 9 の構成を基礎とした構成例であり、 P と s とが多重化部 160 に直接入力されるのではなく、可変長符号化部 370 に入力され可変長符号 Ps に変換された上で多重化部 160 に入力される (図 2 の処理フローにおいて S5)。また、図 14 は図 10 の構成を基礎とした構成例であり、多重分離部 610 から出力された可変長符号 Ps が可変長符号復号部 805 にて P と s とに復号された上で線形予測部 740 に入力される (図 5 の処理フローにおいて S14)。

【0067】

このように予測次数 P と予測値列の予測方向を示す情報 s とを一体的に可変長符号化することで、平均符号長を小さくすることができる。

【実施例 4】

【0068】

実施例 4 は、順方向逆方向の判定を、予測係数を逐次分析法により求める際に生じる副産物を用いて行う構成である。

図 15 に本発明の双方向予測符号化装置 400 の機能構成例を示す。双方向予測符号化装置 400 は、フレーム分割部 110 と予測係数算出部 420 と予測係数符号化部 130 と線形予測部 440 と予測誤差符号化部 150 と多重化部 160 とを備える。また、予測係数算出部 420 は、予測分析手段 421 と予測係数量子化手段 122 とを備え、線形予測部 440 は、予測方法判定手段 448 と予測手段 441 と減算手段 142 とを備える。つまり、予測方向選択手段 143 が無いことを除けば、予測分析手段 421 と予測方法判定手段 448 と予測手段 441 以外は双方向予測符号化装置 100 と同様の構成である。

【0069】

予測分析手段 421 は、予測係数 K を前向き予測と後向き予測による逐次分析法により算出して、逐次分析法の過程で求まる前向き予測誤差 p_f と後向き予測誤差 p_b とともに出力する。逐次分析法としては例えば、BURG 法や PARCHOR 格子法などが挙げられる。

【0070】

予測方法判定手段 448 は、前向き予測誤差 p_f が後向き予測誤差 p_b より小さい場合

10

20

30

40

50

には、予測方向が順方向であることを示す情報 s を出力し、前向き予測誤差 p_f が後向き予測誤差 p_b より大きい場合には、予測方向が逆方向であることを示す情報 s を出力する。なお、前向き予測誤差 p_f と後向き予測誤差 p_b との大小関係は、例えば予測誤差の絶対値の平均振幅又は 2 乗平均振幅により比較する。

【0071】

そして予測手段 441 は、情報 s が示す予測方向の予測により予測値列 X_p を求め、減算手段 142 は、信号列 X から予測値列 X_p を減算した予測誤差列 E を求め、予測誤差符号化部 150 は、予測誤差列 E を符号化して符号化予測誤差列 C_e を生成して出力する。

【0072】

BURG 法や PARCOR 格子法などの逐次分析法の処理における最終段階又は実際に選択された予測次数に対応する前向き予測誤差 p_f と後向き予測誤差 p_b の振幅の大きさは、本願の順方向の予測誤差列 E_f と逆方向の予測誤差列 E_b のそれぞれの振幅の大きさとの間で大きな相関がある。すなわち、逐次分析法の過程で求まる前向き予測誤差 p_f と後向き予測誤差 p_b とを比較して、前向き予測誤差が大きければ、予測値列を求める際に逆方向の予測を行えば、順方向の予測を行った場合より誤差が小さくなる可能性が高い。逆に後向き予測誤差が小さければ、予測値列を求める際に順方向の予測を行えば、逆方向の予測を行った場合より誤差が小さくなる可能性が高い。そのため、予測手段において双方向の予測を行わなくても、平均的に予測誤差を小さくすることができる。

以上のように、本実施例では予測係数を求める段階で生じる副産物を用いて、予測方向を決定することで、符号化装置での計算量を削減することができる。

【0073】

<変形例>

もし、前向き予測誤差 p_f と後向き予測誤差 p_b の振幅の大きさの比が 1 に近い場合には、予測方法判定手段 448 は予測方向を判定せずに、予測手段 441 に対して順方向と逆方向の双方について予測値列を求める旨の指示 r を送信するように構成してもよい。この場合は、図 15 において点線で示すように予測方向選択手段 143 を追加し、予測手段 441 は順方向と逆方向の双方について予測値列を求め、以降は双方向予測符号化装置 100 と同様の処理を行う。

このように構成することで、すべての場合に双方向の予測を行う場合と最悪の計算量は同じになるが、平均的な計算量は小さくすることができる。

【実施例 5】

【0074】

実施例 5 は、予測方向を直接示す情報を送受せずに予測方向の選択を可能とする構成である。

図 16 に本発明の双方向予測符号化装置 500 の機能構成例を、図 17 に双方向予測符号化装置 500 と対向して設ける双方向予測復号装置 900 の機能構成例をそれぞれ示す。

【0075】

双方向予測符号化装置 500 は、フレーム分割部 110 と予測係数算出部 520 と予測係数符号化部 130 と線形予測部 540 と予測誤差符号化部 150 と多重化部 160 とを備える。また、予測係数算出部 520 は、予測分析手段 521 と予測係数量子化手段 122 とを備え、線形予測部 540 は、選択規則記憶手段 549 と予測手段 541 と減算手段 142 とを備える。つまり、予測方向選択手段 143 が無いことを除けば、予測分析手段 521 と選択規則記憶手段 549 と予測手段 541 以外は双方向予測符号化装置 100 と同様の構成である。

【0076】

選択規則記憶手段 549 は、予測係数を求める際に用いられる所定のパラメータの値に対し予め設定された予測方向の選択規則を保持する。パラメータは本発明に適用できるものを適宜選択して構わない。ここでは、所定のパラメータが予測係数の次数 P である場合を例にとって説明する。

【 0 0 7 7 】

予測分析手段 5 2 1 は、予測係数の次数 P をフレーム毎に適応的に決定し、予測係数 K とともに出力する。また、予測係数の次数 P は、本実施例においては符号化装置側で選択した予測方向を示す情報 s として兼用し、復号装置での予測処理に必要であるため、多重化部 1 6 0 にて他の情報と共に多重化されて送信される。

【 0 0 7 8 】

予測手段 5 4 1 は、予測係数の次数 P をキーとして、選択規則記憶手段 5 4 9 を検索し、次数 P に対応する予測方向 s_p により予測値列 X_p を算出する。

減算手段 1 4 2 は、信号列 X から予測値列 X_p を減算した予測誤差列 E を求め、予測誤差符号化部 1 5 0 が、予測誤差列 E を符号化し符号化予測誤差列 C_e を生成して出力する。

10

【 0 0 7 9 】

一方、双方向予測復号装置 9 0 0 は多重分離部 6 1 0 と予測係数復号部 6 2 0 と予測誤差復号部 6 3 0 と線形予測復号部 9 4 0 と選択規則記憶手段 9 1 5 とを備える。つまり、選択規則記憶手段 9 1 5 と線形予測復号部 9 4 0 以外は双方向予測復号装置 6 0 0 と同様の構成である。

選択規則記憶手段 9 1 5 は、符号化側の選択規則記憶手段 5 4 9 と同様に、予測係数を求める際に用いられる所定のパラメータの値に対し予め設定された予測方向の選択規則を保持する。ここでは上記のとおり、所定のパラメータが予測係数の次数 P である場合を例にとって説明する。

20

【 0 0 8 0 】

線形予測復号部 9 4 0 は、多重分離部 6 1 0 にて分離された予測方向を示す情報 s の値（この例では予測係数の次数 P ）をキーとして選択規則記憶手段 9 1 5 を検索し、次数 P に対応する予測方向 s_p により実施例 1 にて説明した線形予測復号部 6 4 0 と同様な処理を行い、元の信号列 X を得る。

以上のように構成することで、本来は予測方向を示す情報 s と所定のパラメータ（例えば予測係数の次数 P ）の両方を送受する必要がある場合にも、所定のパラメータによって予測方向を示す情報 s を兼ねることができ、符号化効率を向上することができる。

【 0 0 8 1 】

上記の各装置をコンピュータによって実現する場合、各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、上記処理機能がコンピュータ上で実現される。この場合、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。また、上記の各種処理は、記載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てもよい。その他、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。

30

【 0 0 8 2 】

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

40

【 0 0 8 3 】

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

50

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。

【0084】

また、上述した実施形態とは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この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 A S P (Application Service Provider) 型のサービスによって、上述の処理を実行する構成としてもよい。なお、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。

10

【図1】

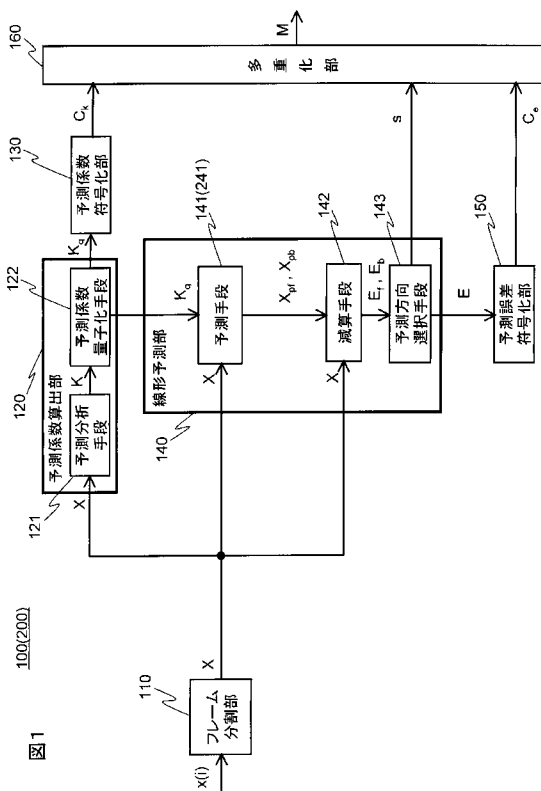


図1

【図2】

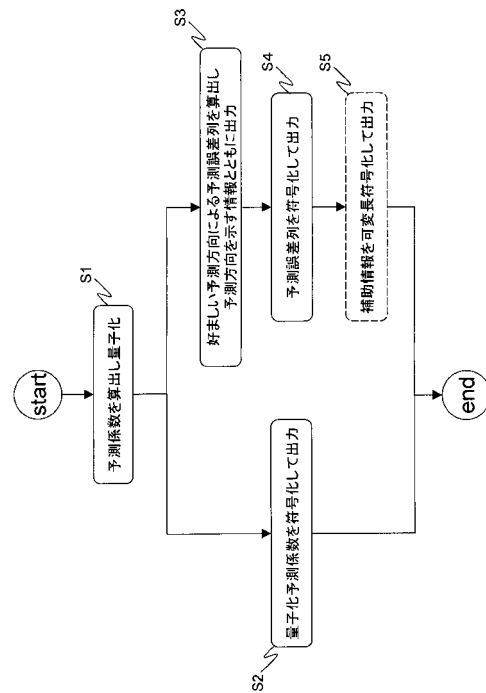


図2

【 図 3 】

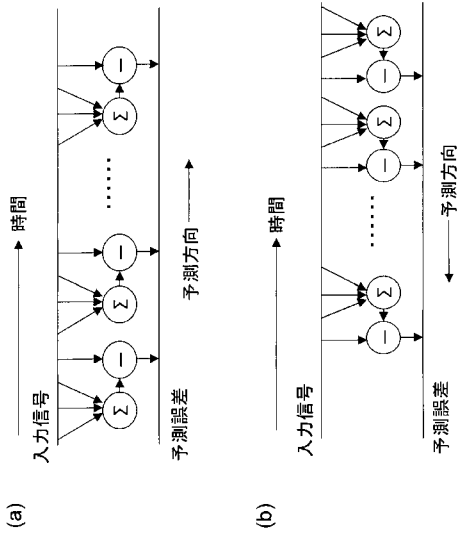


図3

【 図 4 】

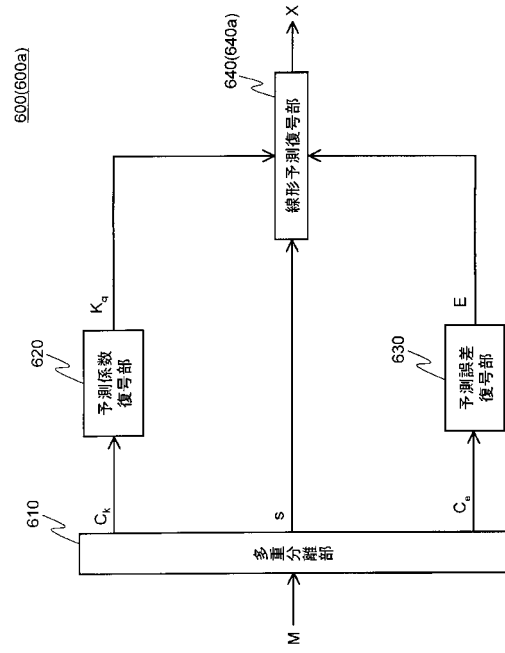


図4

【 図 5 】

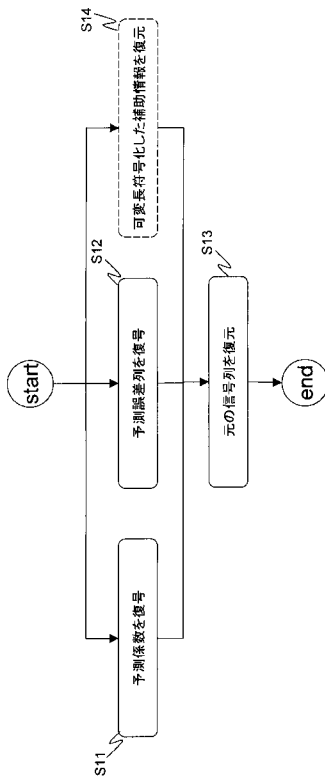


図5

【 図 6 】

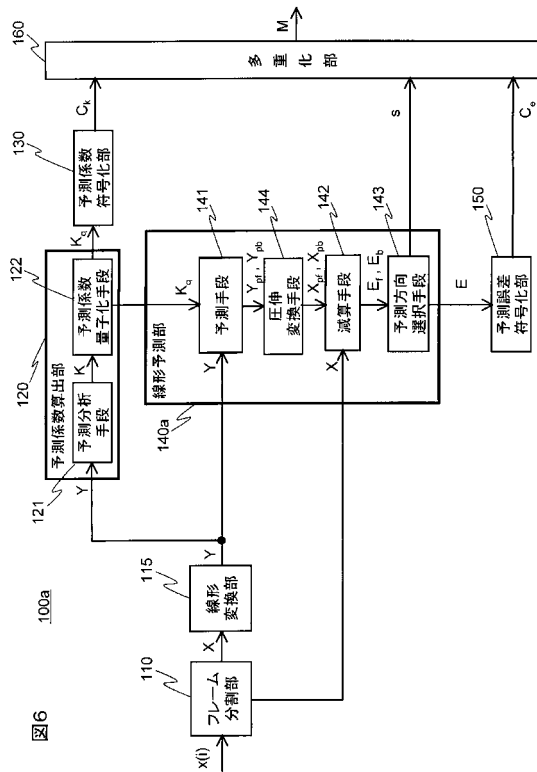


図6

【 図 7 】

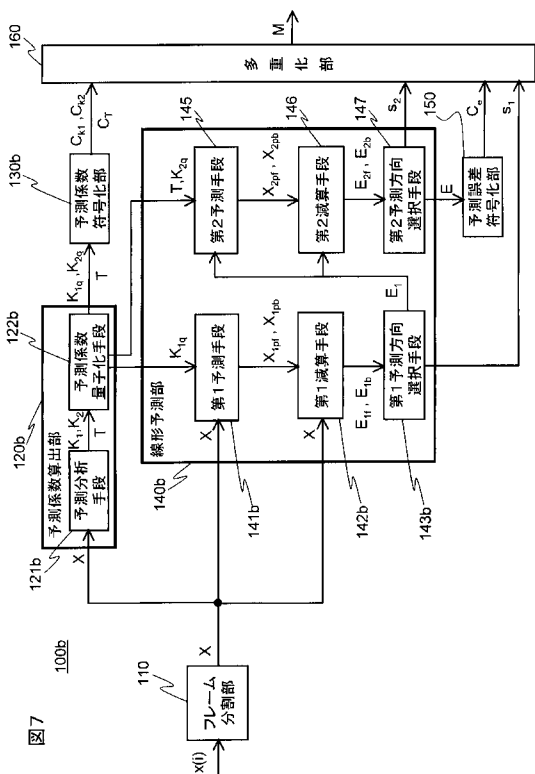


図7

【 図 8 】

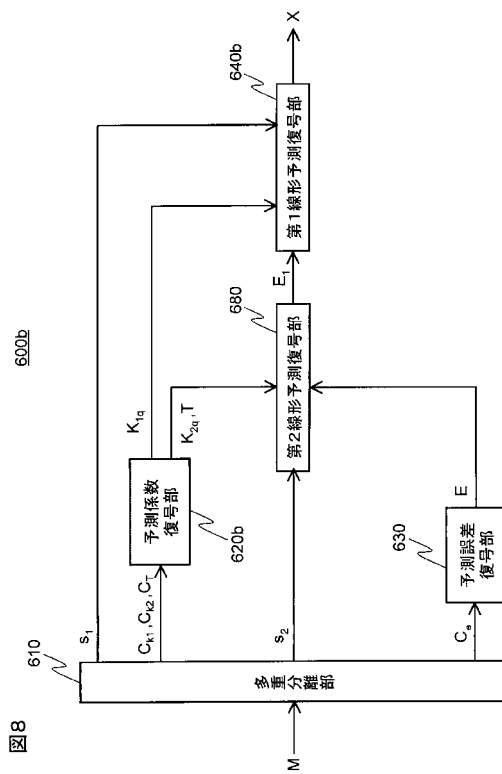


図8

【 図 9 】

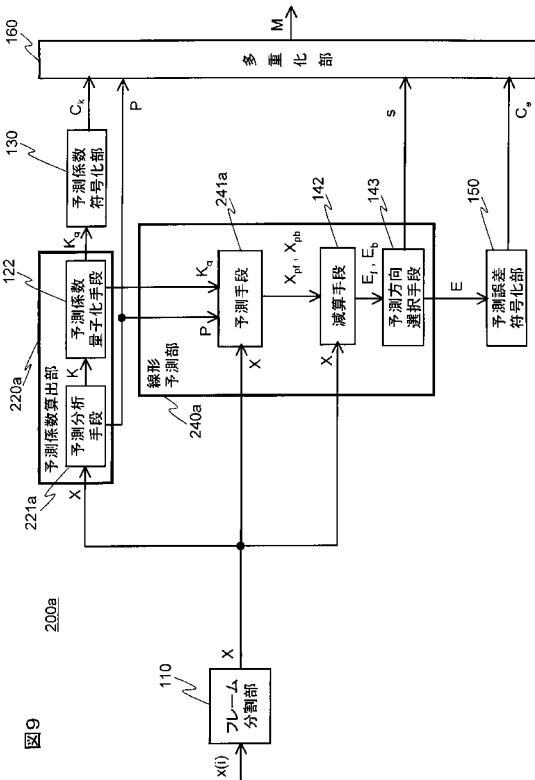


図9

【 図 10 】

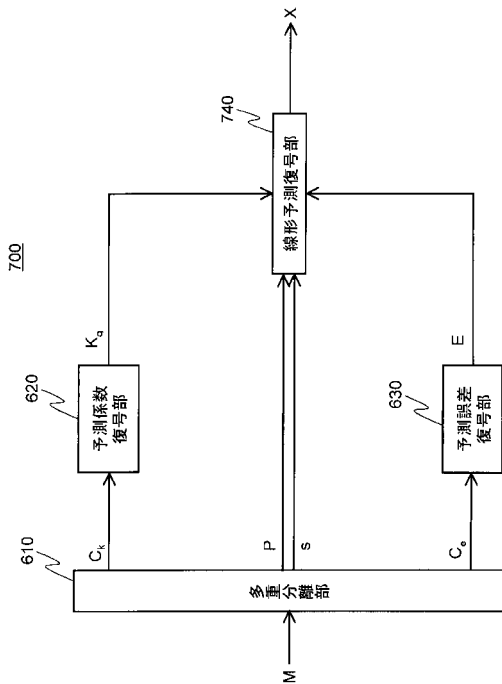


図10

【図 1 1】

次数	方向	可変長割当
00	0	0000
00	1	0001
01	0	0010
01	1	0011
10	0	01
10	1	-
11	0	1
11	1	-

図 11

【図 1 2】

次数	方向	可変長割当
00	0	0001
00	1	001
01	0	000000
01	1	000001
10	0	000010
10	1	000011
11	0	01
11	1	1

図 12

【図 1 3】

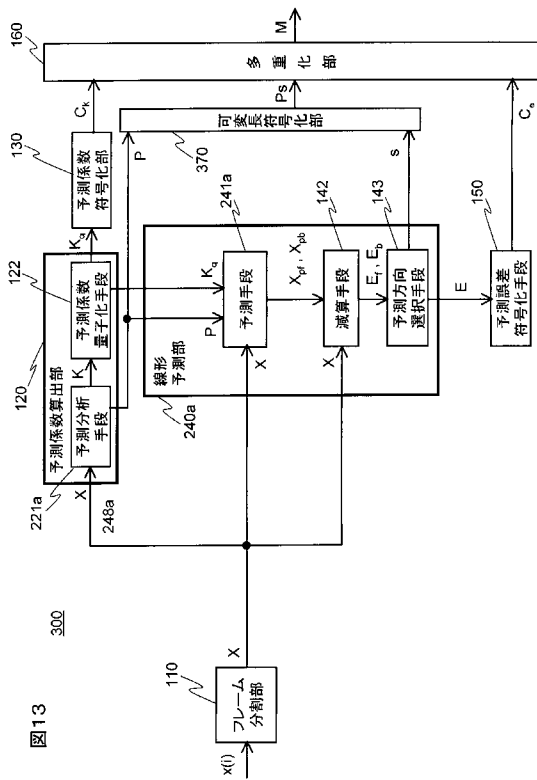


図 13

【図 1 4】

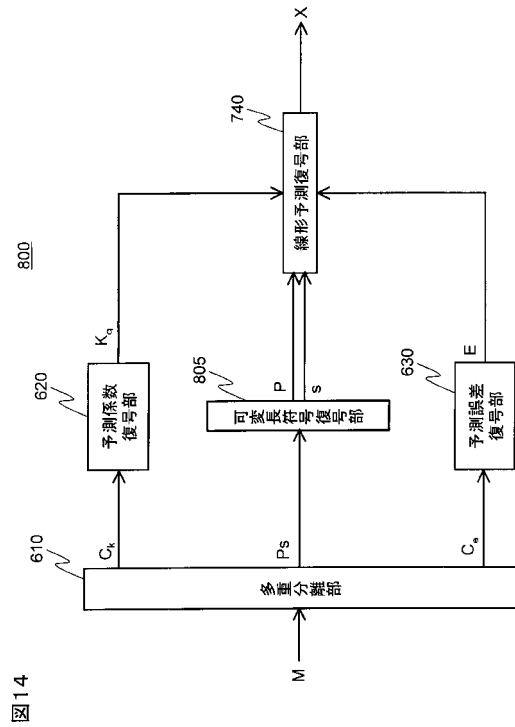


図 14

【 図 15 】

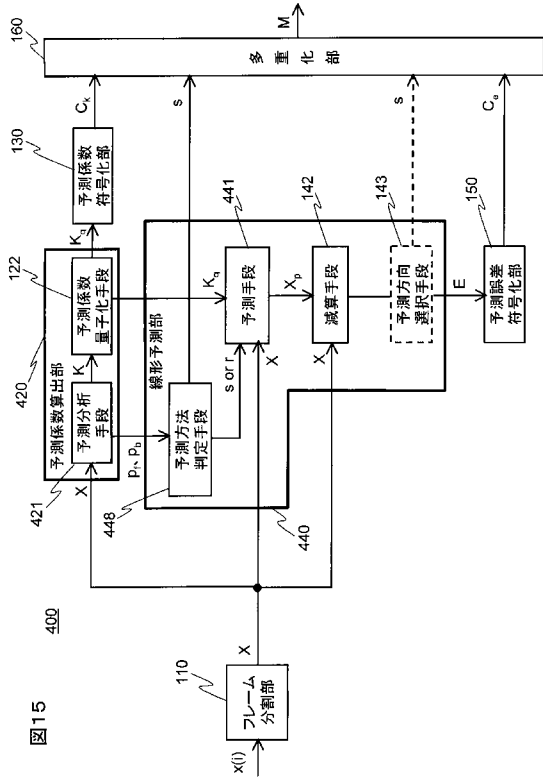


図15

【 図 16 】

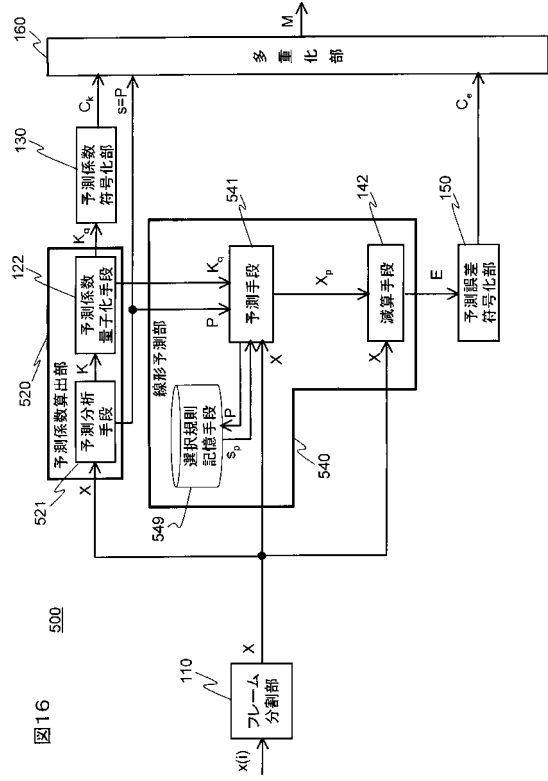


図16

【 図 17 】

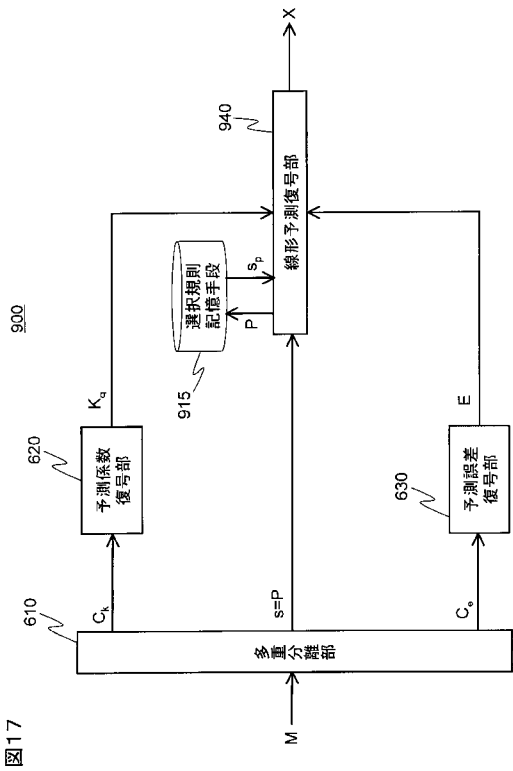


図17

【 図 18 】

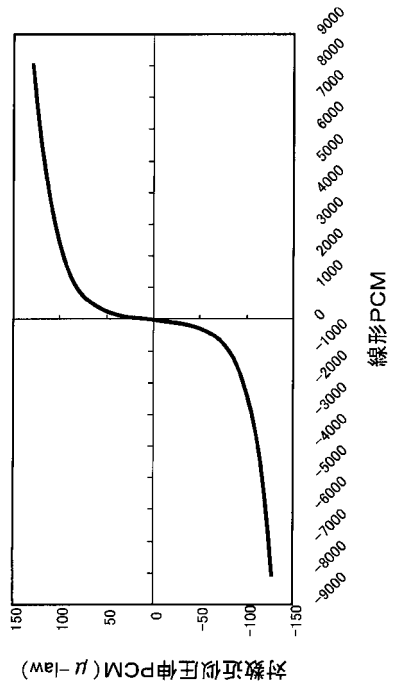


図18

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 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 山下 剛史

- (56)参考文献 特開平11-3099(JP,A)
特開2007-318691(JP,A)
特開2009-69309(JP,A)
特表2003-509707(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|---------------|
| G10L | 19/00 - 19/26 |
| H03M | 7/30 |