

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4469374号
(P4469374)

(45) 発行日 平成22年5月26日(2010.5.26)

(24) 登録日 平成22年3月5日(2010.3.5)

(51) Int.Cl. F I
H03M 7/38 (2006.01) H03M 7/38
G10L 19/08 (2006.01) G10L 19/08 C

請求項の数 15 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2006-552928 (P2006-552928)	(73) 特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
(86) (22) 出願日	平成18年1月11日(2006.1.11)	(73) 特許権者	504137912 国立大学法人 東京大学 東京都文京区本郷七丁目3番1号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2006/300194	(74) 代理人	100121706 弁理士 中尾 直樹
(87) 国際公開番号	W02006/075605	(74) 代理人	100066153 弁理士 草野 卓
(87) 国際公開日	平成18年7月20日(2006.7.20)	(74) 代理人	100128705 弁理士 中村 幸雄
審査請求日	平成19年3月29日(2007.3.29)	(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
(31) 優先権主張番号	特願2005-4915 (P2005-4915)		最終頁に続く
(32) 優先日	平成17年1月12日(2005.1.12)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

(54) 【発明の名称】 長期予測符号化方法、長期予測復号化方法、これら装置、そのプログラム及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) 入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算した乗算結果を上記入力サンプル時系列信号の上記現在のサンプルから差し引いたものを誤差信号サンプルとして得るステップと、

(b) 上記誤差信号サンプルの系列を符号化して第1符号を得るステップと、

(c) 上記時間遅れを符号化して第2符号を得るステップと、

(d) 上記第1符号と上記第2符号を出力するステップ、

とを含む長期予測符号化方法において、

上記ステップ(c) は上記乗数が所定の基準値以下であれば、または前のフレームの情報が利用できない場合には上記時間遅れを固定長符号化し、それ以外の場合は上記時間遅れを可変長符号化して第2符号を得ることを特徴とする長期予測符号化方法。

【請求項2】

(a) 入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算した乗算結果を上記入力サンプル時系列信号の上記現在のサンプルから差し引いたものを誤差信号サンプルとして得るステップと、

(b) 上記誤差信号サンプルの系列を符号化して第1符号を得るステップと、

(c) 上記時間遅れと上記乗数をそれぞれ符号化して第2符号と第3符号を得るステップと、

(d) 上記第1符号と上記第2符号及び上記第3符号を出力するステップ、

10

20

とを含む長期予測符号化方法において、

更に上記入力サンプル時系列信号の各フレームを複数の副フレームに分割するステップを含み、上記ステップ(c)は、上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長符号化するステップと、上記時間遅れ及び/又は上記乗数を副フレーム単位で符号化する場合と、副フレームに分割することなく符号化する場合のいずれか符号量の少ないほうの符号化を選択するステップを含むことを特徴とする長期予測符号化方法。

【請求項3】

(a) 入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算した乗算結果を上記入力サンプル時系列信号の上記現在のサンプルから差し引いたものを誤差信号サンプルとして得るステップと、

(b) 上記誤差信号サンプルの系列を符号化して第1符号を得るステップと、

(c) 上記時間遅れと上記乗数をそれぞれ符号化して第2符号と第3符号を得るステップと、

(d) 上記第1符号と上記第2符号及び上記第3符号を出力するステップ、

とを含む長期予測符号化方法において、

上記ステップ(c)は、上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長符号化するステップと、上記時間遅れの符号化と上記乗数の符号化のいずれか又は双方の合計の符号量と上記ステップ(b)の第1符号の符号量との合計が最小となるよう、上記時間遅れの符号化と上記乗数の符号化のいずれか又は双方の符号を決定するステップを含むことを特徴とする長期予測符号化方法。

【請求項4】

請求項1、2又は3のいずれか記載の長期予測符号化方法において、上記ステップ(a)は、上記入力サンプル時系列信号の上記時間遅れ分だけ過去のサンプルを含む複数の過去のサンプルにそれぞれ個別の乗数を乗算し、それらの乗算結果の和を上記現在のサンプルから差し引いて上記誤差信号サンプルを得るステップであることを特徴とする長期予測符号化方法。

【請求項5】

(a) 入力符号中の第1符号から誤差信号を復号するステップと、

(b) 上記入力符号中の第2符号から時間遅れを復号するステップと、

(c) 再構成された時系列信号の上記時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算した乗算結果を上記誤差信号の現在のサンプルに加算したものを時系列信号として再構成するステップ、

とを含み、上記ステップ(b)は、上記乗数が所定の基準値以下であれば、または前フレームの情報が利用できない場合には上記時間遅れを固定長復号化し、それ以外の場合は可変長復号化するステップを含むことを特徴とする長期予測復号化方法。

【請求項6】

(a) 入力符号中の第1符号から誤差信号を復号するステップと、

(b) 上記入力符号中の第2符号と第3符号とから時間遅れと乗数とをそれぞれ復号するステップと、

(c) 再構成された時系列信号の上記時間遅れ分だけ過去のサンプルに上記乗数を乗算した乗算結果を上記誤差信号の現在のサンプルに加算したものを時系列信号として再構成するステップ、

とを含み、上記ステップ(b)は、入力符号中の切替符号からフレーム分割に関する情報を復号し、その情報により指定された副フレームへの分割形態と対応して上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長復号化するステップを含むことを特徴とする長期予測復号化方法。

【請求項7】

請求項5又は6記載の長期予測復号化方法において、上記ステップ(b)は、上記入力符号中の第3符号から上記乗数として複数の乗数を復号するステップを含み、上記ステップ(c)は、上記時間遅れ分だけ過去のサンプルを含む複数の過去のサンプルに対し上記複数

10

20

30

40

50

の乗数をそれぞれ乗算してそれらの乗算結果を上記現在のサンプルに加算するステップを含む。

【請求項 8】

入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算する乗算部と、

上記乗算部の出力を上記現在のサンプルから差し引き誤差信号を出力する引き算部と、

上記誤差信号を符号化し第 1 符号を得る波形符号化部と、

上記時間遅れを符号化して第 2 符号を出力する補助情報符号化部、

とを含み、上記補助情報符号化部は上記時間遅れに対し可変長符号化を行う可変長符号化部と固定長符号化を行う固定長符号化部を備えており、前のフレームの情報が利用できない場合には上記時間遅れを固定長符号化し、そうでない場合は上記時間遅れを可変長符号化して第 2 符号を得ることを特徴とする長期予測符号化装置。

10

【請求項 9】

入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算する乗算部と、

上記乗算部の出力を上記現在のサンプルから差し引き誤差信号を出力する引き算部と、

上記誤差信号を符号化し第 1 符号を出力する波形符号化部と、

上記時間遅れと乗数をそれぞれ符号化して第 2 符号及び第 3 符号を出力する補助情報符号化部、

とを含む長期予測符号化装置において、

20

上記補助情報符号化部は、上記入力サンプル時系列信号の各フレームを複数の副フレームに分割する分割部と、上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長符号化する可変長符号化部と、副フレーム単位で上記時間遅れ及びノ又は上記乗数を符号化する場合と、副フレームに分割することなく符号化する場合のいずれか符号量の少ないほうの符号化を選択する選択部を含むことを特徴とする長期予測符号化装置。

【請求項 10】

入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算する乗算部と、

上記乗算部の出力を上記現在のサンプルから差し引き誤差信号を出力する引き算部と、

上記誤差信号を符号化し第 1 符号を出力する波形符号化部と、

上記時間遅れと上記乗数をそれぞれ符号化して第 2 符号と第 3 符号を出力する補助情報符号化部、

30

とを含む長期予測符号化装置において、

上記補助情報符号化部は、上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長符号化し、上記時間遅れの符号化と上記乗数の符号化のいずれか又は双方の合計の符号量と上記第 1 符号の符号量との合計が最小となるよう、上記時間遅れの符号化と上記乗数の符号化のいずれか又は双方の符号を決定することを特徴とする長期予測符号化装置。

【請求項 11】

入力符号中の第 1 符号を復号化して誤差信号を出力する波形復号化部と、

上記入力符号中の第 2 符号を復号して時間遅れを得る補助情報復号化部と、

再構成された時系列信号の上記時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算する乗算部と、

40

上記乗算部の出力を上記誤差信号の現在のサンプルに加算して時系列信号を再構成する加算部、

とを含み、上記補助情報復号化部は固定長復号化部と可変長復号化部とを含み、前フレームの情報が利用できない場合には上記時間遅れを上記固定長復号化部により固定長復号化し、利用できる場合は上記可変長復号化部により可変長復号化することを特徴とする長期予測復号化装置。

【請求項 12】

入力符号中の第 1 符号を復号化して誤差信号を出力する波形復号化部と、

50

上記入力符号中の第2符号と第3符号を復号してそれぞれ時間遅れ及び乗数を得る補助情報復号化部と、

再構成された時系列信号の上記時間遅れ分だけ過去のサンプルに上記乗数を乗算する乗算部と、

上記乗算部の出力を上記誤差信号の現在のサンプルに加算して時系列信号を再構成する加算部、

とを含み、上記補助情報復号化部は入力符号中の切替符号からフレーム分割に関する情報を復号し、その情報により指定された副フレームへの分割形態と対応して上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長復号化することを特徴とする長期予測復号化装置。

【請求項13】

請求項1乃至4の何れかに記載の長期予測符号化方法の各過程をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項14】

請求項5乃至7の何れかに記載の長期予測復号化方法の各過程をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項15】

請求項13または14記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

音声信号の時系列信号の長期予測係数、つまりピッチの周期（時間遅れ）およびゲインを用いて、その時系列信号を少ないビット数に圧縮して符号化する方法、その復号化方法、これら装置、そのプログラム及び記録媒体に関するものであり、特に歪を許さない符号化に有効なものにしようとするものである。

【背景技術】

【0002】

電話音声信号の符号化ではピッチ周期ごとの波形の類似性を利用するための長期予測が行われている。電話音声信号の符号化は無線通信などで使われる可能性が高いために、ピッチ予測のパラメータ、 T に対する符号化符号には一定の（固定）符号長が使われていた。また音響信号の歪を許さない符号化では離れたサンプルとの相関を利用する予測を使う方法として例えば特許文献1が知られている。これは高能率符号化装置及び高能率符号復号化装置があるが、ここでも乗数 G や時間遅れのパラメータ T には固定長符号に符号化されている。

【特許文献1】日本国特許第3218630号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

従来の音声信号符号化において、長期予測係数、つまりピッチ周期（時間遅れ） T やゲイン（乗数） G を固定長（一定の長さ）の符号に符号化しているため、圧縮効率を高めるのに限界があった。

この発明の目的は、従来の音声信号符号化方法より圧縮効率を高めることが可能な長期予測符号化方法、復号化方法、それらの装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

この発明による第1の長期予測符号化方法は、

(a) 入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算した乗算結果を上記入力サンプル時系列信号の上記現在のサンプルから差し引いたものを誤差信号サンプルとして得るステップと、

(b) 上記誤差信号サンプルの系列を符号化して第1符号を得るステップと、

10

20

30

40

50

(c) 上記時間遅れを符号化して第 2 符号を得るステップと、

(d) 上記第 1 符号と上記第 2 符号を出力するステップ、

とを含み、

上記ステップ(c) は上記乗数が所定の基準値以下であれば、または前のフレームの情報が利用できない場合には上記時間遅れを固定長符号化し、それ以外の場合は上記時間遅れを可変長符号化して第 2 符号を得ることを特徴とする。

この発明による第 2 の長期予測符号化方法は、

(a) 入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算した乗算結果を上記入力サンプル時系列信号の上記現在のサンプルから差し引いたものを誤差信号サンプルとして得るステップと、

(b) 上記誤差信号サンプルの系列を符号化して第 1 符号を得るステップと、

(c) 上記時間遅れと上記乗数をそれぞれ符号化して第 2 符号と第 3 符号を得るステップと、

(d) 上記第 1 符号と上記第 2 符号及び上記第 3 符号を出力するステップ、

とを含み、

更に上記入力サンプル時系列信号の各フレームを複数の副フレームに分割するステップを含み、上記ステップ(c) は、上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長符号化するステップと、上記時間遅れ及び/又は上記乗数を副フレーム単位で符号化する場合と、副フレームに分割することなく符号化する場合のいずれか符号量の少ないほうの符号化を選択するステップを含むことを特徴とする。

この発明による第 3 の長期予測符号化方法は、

(a) 入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算した乗算結果を上記入力サンプル時系列信号の上記現在のサンプルから差し引いたものを誤差信号サンプルとして得るステップと、

(b) 上記誤差信号サンプルの系列を符号化して第 1 符号を得るステップと、

(c) 上記時間遅れと上記乗数をそれぞれ符号化して第 2 符号と第 3 符号を得るステップと、

(d) 上記第 1 符号と上記第 2 符号及び上記第 3 符号を出力するステップ、

とを含み、

上記ステップ(c) は、上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長符号化するステップと、上記時間遅れの符号化と上記乗数の符号化のいずれか又は双方の合計の符号量と上記ステップ(b) の第 1 符号の符号量との合計が最小となるよう、上記時間遅れの符号化と上記乗数の符号化のいずれか又は双方の符号を決定するステップであることを特徴とする。

【 0 0 0 5 】

この発明による第 1 の長期予測復号化方法は、

(a) 入力符号中の第 1 符号から誤差信号を復号するステップと、

(b) 上記入力符号中の第 2 符号から時間遅れを復号するステップと、

(c) 再構成された時系列信号の上記時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算した乗算結果を上記誤差信号の現在のサンプルに加算したものを時系列信号として再構成するステップ、

とを含み、上記ステップ(b) は、上記乗数が所定の基準値以下であれば、または前フレームの情報が利用できない場合には上記時間遅れを固定長復号化し、それ以外の場合は可変長復号化するステップを含むことを特徴とする。

この発明による第 2 の長期予測復号化方法は、

(a) 入力符号中の第 1 符号から誤差信号を復号するステップと、

(b) 上記入力符号中の第 2 符号と第 3 符号とから時間遅れと乗数をそれぞれ復号するステップと、

(c) 再構成された時系列信号の上記時間遅れ分だけ過去のサンプルに上記乗数を乗算した乗算結果を上記誤差信号の現在のサンプルに加算したものを時系列信号として再構成す

10

20

30

40

50

るステップ、

とを含み、上記ステップ(b)は、入力符号中の切替符号からフレーム分割に関する情報を復号し、その情報により指定された副フレームへの分割形態と対応して上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長復号化するステップを含むことを特徴とする。

【0006】

この発明による第1の長期予測符号化装置は、

入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算する乗算部と、

上記乗算部の出力を上記現在のサンプルから差し引き誤差信号を出力する引き算部と、

上記誤差信号を符号化し第1符号を得る波形符号化部と、

上記時間遅れを符号化して第2符号を出力する補助情報符号化部、

とを含み、上記補助情報符号化部は上記時間遅れに対し可変長符号化を行う可変長符号化部と固定長符号化を行う固定長符号化部を備えており、前のフレームの情報が利用できない場合には上記時間遅れを固定長符号化し、そうでない場合は上記時間遅れを可変長符号化して第2符号を得ることを特徴とする。

この発明による第2の長期予測符号化装置は、

入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算する乗算部と、

上記乗算部の出力を上記現在のサンプルから差し引き誤差信号を出力する引き算部と、

上記誤差信号を符号化し第1符号を出力する波形符号化部と、

上記時間遅れと乗数をそれぞれ符号化して第2符号及び第3符号を出力する補助情報符号化部と、

上記補助情報符号化部は、上記入力サンプル時系列信号の各フレームを複数の副フレームに分割する分割部と、上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長符号化する可変長符号化部と、副フレーム単位で上記時間遅れ及びノ又は上記乗数を符号化する場合と、副フレームに分割することなく符号化する場合のいずれか符号量の少ないほうの符号化を選択する選択部を含むことを特徴とする。

この発明による第3の長期予測符号化装置は、

入力サンプル時系列信号の現在のサンプルから所定の時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算する乗算部と、

上記乗算部の出力を上記現在のサンプルから差し引き誤差信号を出力する引き算部と、

上記誤差信号を符号化し第1符号を出力する波形符号化部と、

上記時間遅れと上記乗数をそれぞれ符号化して第2符号と第3符号を出力する補助情報符号化部、

とを含み、

上記補助情報符号化部は、上記時間遅れと上記乗数の少なくとも一方を可変長符号化し、上記時間遅れの符号化と上記乗数の符号化のいずれか又は双方の合計の符号量と上記第1符号の符号量との合計が最小となるよう、上記時間遅れの符号化と上記乗数の符号化のいずれか又は双方の符号を決定することを特徴とする。

【0007】

この発明による第1の長期予測復号化装置は、

入力符号中の第1符号を復号化して誤差信号を出力する波形復号化部と、

上記入力符号中の第2符号を復号して時間遅れを得る補助情報復号化部と、

再構成された時系列信号の上記時間遅れ分だけ過去のサンプルに乗数を乗算する乗算部と、

上記乗算部の出力を上記誤差信号の現在のサンプルに加算して時系列信号を再構成する加算部、

とを含み、上記補助情報復号化部は固定長復号化部と可変長復号化部とを含み、前フレームの情報が利用できない場合には上記時間遅れを上記固定長復号化部により固定長復号化し、利用できる場合は上記可変長復号化部により可変長復号化することを特徴とする。

10

20

30

40

50

この発明による第2の長期予測復号化装置は、
 入力符号中の第1符号を復号化して誤差信号を出力する波形復号化部と、
 上記入力符号中の第2符号と第3符号を復号してそれぞれ時間遅れ及び乗数を得る補助
 情報復号化部と、
 再構成された時系列信号の上記時間遅れ分だけ過去のサンプルに上記乗数を乗算する乗
 算部と、
 上記乗算部の出力を上記誤差信号の現在のサンプルに加算して時系列信号を再構成する
 加算部、
 とを含み、上記補助情報復号化部は入力符号中の切替符号からフレーム分割に関する情報
 を復号し、その情報により指定された副フレームへの分割形態と対応して上記時間遅れと
 上記乗数の少なくとも一方を可変長復号化することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0008】

長期予測符号化において使用される時間遅れ や乗数 などの補助情報は場合によると
 その値の発生頻度に偏りが生じる場合があり、この発明によれば、そのような発生頻度
 に偏りがある場合には補助情報を可変長符号化するので、符号化効率を高めることができ
 る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

[第1実施例]
 符号化側

20

以下図面を参照してこの発明の実施例を説明するが、図面中において対応する部分には
 同一参照番号を付けて重複説明を省略する。図1に第1実施例の符号化装置の機能構成例
 を図2にその処理手順例を示す。

先ずこの発明を具体的に説明する前に、長期予測符号化方法について簡単に説明する。
 図1において入力端子11には、信号波形が一定周期でサンプリングされて得られたディ
 ジタルサンプルの時系列信号が与えられる。このサンプル時系列信号は区間分割部12で
 所定区間(フレームという)、例えば1024~8192サンプルごとの処理単位に分割される(ス
 テップS1)。区間分割部12よりの時系列信号 $x(i)$ (i はサンプル番号を表す)は
 遅延部13で サンプル遅延され(遅延量を Z と表す)、信号 $x(i-Z)$ として出力され
 る(ステップS2)。乗算部14は遅延部13の出力である、現サンプルより サンプル
 過去のサンプル(時間遅れ のサンプルとも呼ぶ) $x(i-Z)$ に対し量子化された乗数(以
 下、量子化乗数と呼ぶ) ρ を乗算し、この乗算結果が長期予測信号として現サンプル $x(i)$
)から引算部15で引算され、誤差信号 $y(i)$ が得られる。

30

【0010】

通常、 ρ と τ は符号化する時系列信号の自己相関関数から求める。 $x(i)$ を符号化する
 時系列信号とし、フレーム内のサンプル数を N として、そのフレームの時系列信号 $x(i)$ の
 ベクトルを $X = (x(0), \dots, x(N-1))$ 、このベクトルに対応する、 サンプル遅延したベク
 トルを $X' = (x(-Z), \dots, x(N-1-Z))$ 、とすると、下記の歪 d を最小化する ρ を求めれ
 ばよい。

40

$$d = \|X - \rho X'\|^2 \quad (1)$$

そのために、まず、式(1)に対し ρ で偏微分を行って得られた式をゼロとおくことにより
 次式を得る。

【数1】

$$\rho = X'^T X / X'^T X' \quad (2)$$

$X'^T X$ 及び $X'^T X'$ は内積であり、次式により求まる。

【数2】

$$X_{\tau}^T X = \sum_{i=0}^{N-1} x(i-\tau)x(i) \quad (3)$$

$$X_{\tau}^T X_{\tau} = \sum_{i=0}^{N-1} x(i-\tau)^2 \quad (4)$$

次に式(2)を式(1)に代入して次式

【数3】

$$d = |X|^2 - (X_{\tau}^T X)^2 / |X_{\tau}|^2 \quad (5)$$

を得る。式(5)から、歪dを最小化するには、を予め設定した探索範囲内で変化させて $(X_{\tau}^T X)^2 / |X_{\tau}|^2$ が最大となる を見つければよい。これによって得られる時間遅れ はピッチ周期に相当する。

【0011】

図3に入力サンプル系列信号x(i)と、引算部15からの誤差サンプル系列信号y(i) = x(i) - x(i -)との時間軸上における関係を示す。図1の説明に戻って、ベクトルX(入力サンプル系列信号)と遅延部13より サンプルだけ遅延されたベクトルX とが遅れ探索部17に入力され、 $(X_{\tau}^T X)^2 / |X_{\tau}|^2$ が最大となる の探索が行われる(ステップS3)。この探索範囲は例えばサンプル点256~511などのように決めておいてもよいし、前のフレームの時間遅れ (以下、前フレーム時間遅れ と呼ぶ)に依存して、例えば探索範囲を -200 +200などと設定し、フレーム毎に前フレーム時間遅れ に応じて実質的な探索範囲が変更されるようにしてもよい。この場合はフレーム遅れ記憶部33に保持されている前フレーム時間遅れ を遅れ探索部17に与える。探索された は次のフレームにおける時間遅れ の符号化に利用するため としてフレーム遅れ記憶部33に記憶される。また、ベクトルX、及び サンプル遅延されたベクトルX とから、乗数計算部18で式(2)により乗数 を計算する(ステップS4)。

【0012】

$(X_{\tau}^T X)^2 / |X_{\tau}|^2$ を最大とするときの式(2)による乗数 の取り得る値は-1

1の範囲であり、負の値をとることが可能であるが、通常は正の値をとることが多い。

引算部15からの誤差サンプル系列信号は波形符号化部21で例えばフレーム間予測符号化により可逆符号化され、符号C_wが出力される。全体の符号化が非可逆でもよい場合はこの誤差サンプル系列信号の符号化は非可逆符号化でもよい。また乗数 が乗数符号化部22で符号C に符号化され、時間遅れ が遅れ符号化部23で符号C に符号化される。乗数符号化部22と遅れ符号化部23は補助情報符号化部27を構成している。合成部24で符号C_wの他に補助符号として符号C とC が合成されて、1フレームごとに出力される。なお乗数符号化部22内で符号C が復号化された量子化乗数 'が乗算部14へ供給され、X との乗算が行われる。

【0013】

従来においては補助符号C 及びC はいずれも、符号長が一定の固定長符号であったが、この発明は補助符号C 及びC の少くとも一方は可変長符号化により得るものとし、これにより符号化圧縮率を向上させる。この第1実施例では時間遅れ を可変長符号化するが可変長符号化のみではなく、固定長符号化とフレームごとに適応的に選択するようにした場合である。

【0014】

所で入力信号が例えばピッチ成分を含まない背景音(雑音)信号の場合のフレームでは図4中の左側のグラフ35Aに示すように各種の時間遅れ (縦軸上で表している)の発生頻度(横軸上で表している)には規則性は少なく、大きな偏りはない。しかし入力信号

10

20

30

40

50

がピッチ成分を含む場合は、図5中の左側のグラフ34Aに示すように、時間遅れ t_0 が前フレーム時間遅れ t_{0-1} と同じ、 t_0 の2倍、あるいは1/2倍、また t_0-1 と等しいなどの場合の時間遅れ t_0 の発生頻度が著しく大きい。この傾向は入力信号のフレーム間の相関が大きく、乗数 k が大きい場合に強い。一方図4のグラフ35Aに示した傾向はフレーム間の相関が小さく、乗数 k が小さい場合が多い。そこでこの第1実施例では乗数 k が大きいか否かより、時間遅れ t_0 の符号化方法を選択する。

【0015】

図1中に示すように乗数計算部18で計算された乗数 k は乗数符号化部22で乗数符号 C に符号化される(ステップS5)。乗数符号化部22内で乗数 k の符号化時に得られる量子化乗数 k' が符号化選択部31内の判定部31aに入力され、 k' が所定の基準値、例えば0.2より大であるかの判定が行われる(ステップS6)。 k' が0.2より大であれば時間遅れ t_0 が可変長符号化される。この可変長符号化においては、前フレーム時間遅れ t_{0-1} と前述のような特定な関係にある時間遅れ t_0 に対しては短い符号長の符号を割り当て、それ以外の時間遅れ t_0 には前記特定な関係の場合の符号長より長く、かつ t_{0-1} に近いほど短い符号を割り当てる。あるいは一定符号長の異なる符号を割り当ててもよい。

【0016】

この実施例では k' が0.2より大であれば判定部31aにより切替部31bは可変長符号化部34側に切替えられ、時間遅れ t_0 が可変長符号化部34に与えられる。可変長符号化部34には切替部31bからの t_0 とフレーム遅れ記憶部33からの t_{0-1} が入力され、その入力された t_0 の値に対し、例えば図5の右側の可変長符号表34Tを参照して対応する可変長符号の遅れ符号 C を出力する(ステップS8)。

【0017】

図5に示す可変長符号表34Tによる可変長符号の t_0 に対する割り当てについて説明する。図5のグラフ34Aは、前フレームの時間遅れが t_{0-1} の場合に現フレームの時間遅れ t_0 の取り得る各値の出現頻度を学習により求めた結果を示している。この例に示すように、時間遅れ t_0 が前フレーム時間遅れ t_{0-1} と等しい頻度が突出して大であり、時間遅れ t_0 が $2t_{0-1}$, $t_{0-1}/2$, $t_{0-1}-1$ となる頻度は t_{0-1} の頻度と t_{0-1} を除くそれ以外の時間遅れの頻度との中間程度である。そこで、図5の可変長符号表34Tに示す符号割り当てでは、 t_0 が t_{0-1} と同じ値になる可能性が最も大きいので、 $t_0 = t_{0-1}$ の符号語(遅れ符号) C として最も短い1ビット長の符号"1"を割り当て、さらに t_0 が $t_{0-1}/2$, $t_{0-1}-1$, $2t_{0-1}$ となる可能性が同程度に高いので、それぞれの場合に同じ3ビット長の異なる符号語"001", "010", "011"を符号 C として割り当て、残りの t_0 の値に対しては、先頭(上位)3桁を"000"とし、下位3桁を t_0 の発生頻度が少ないほど大きい値とする6ビット長の符号をそれぞれ割り当てている。つまり、入力信号が音声信号の場合のようにピッチ成分を含んでいると、時間遅れ t_0 が前フレーム時間遅れ t_{0-1} と上述のような特定関係のある値となる頻度が高いので短い符号長の符号 C を割り当て、その他の場合は、予め実験(学習)により求めた t_0 の発生頻度に基づいて上述の符号を割り当てるように図5の符号表34Tを作成しておく。ただし、実際には値 t_0 の出現頻度は前フレーム時間遅れ t_{0-1} の値により異なるので、 t_0 の値に応じた複数の表34Tを用意しておく必要があるが、 t_0 の取り得る全ての値(例えば、 t_0 の探索範囲が256~511であれば256~511の全ての値)に対しそれぞれ表を用意する必要はなく、例えば t_0 の取り得る値の範囲を複数の領域に分割し、それぞれの領域ごとに1つの表を用意してもよい。その場合、前フレーム時間遅れ t_{0-1} がどの領域であるかを判定し、対応する1つの表を選択する。

【0018】

また、図5に示すような時間遅れ t_0 の可変長符号表34Tを、 t_0 と t_{0-1} との関係が特定のものである場合とそれ以外の場合に分けて可変長符号化部34に格納しておいてもよい。その場合は、図1中に点線で示すように、時間遅れ t_0 が比較部32にも与えられ、 t_{0-1} も比較部32に与えられる。比較部32内の演算部32aでは $2t_{0-1}$ 、 $t_{0-1}/2$ 、 $t_{0-1}-1$ の各演算が行われ、時間遅れ t_0 が $2t_{0-1}$ 、 $t_{0-1}/2$ 、 $t_{0-1}-1$ のいずれかと等しいか否かの比較が行われ、その比較結果も可変長符号化部34に出力される。つまり、時間遅れ t_0 と t_{0-1} と

10

20

30

40

50

が特定関係にあるか否かが決定される(ステップS7')。可変長符号化部34には切替部31bからの τ とフレーム遅れ記憶部33からの τ_0 に加えて比較部32での比較結果が入力され、比較結果が τ_0 , $\tau_0/2$, τ_0-1 , $2\tau_0$ のいずれかと等しい場合は、それぞれ符号Cとして"1", "001", "010", "011"を符号化部34aが出力し、その他の場合は時間遅れ τ で可変長符号化部34内の前記表が参照されて、対応する6ビットの符号Cが符号化部34bより出力されることになる(ステップS8')。つまり、図2のステップS8の代わりに、ステップS7'とS8'を実行することになり、また、可変長符号化部34内には τ_0 との比較結果で τ に対応する符号が決まる符号化部34aと、 τ の発生頻度で τ_0 に対応する符号が決まる符号化部34bとを備えていることになる。

【0019】

ステップS6で τ が0.2より大でなければ判定部31aにより切替部31bは固定長符号化部35に切替えられ、時間遅れ τ は固定長符号化部35で固定長符号の遅れ符号Cに変換される(ステップS9)。この場合は前述したように時間遅れ τ の発生頻度には規則性は少なく、大きな偏りはないから、時間遅れ τ 対符号語表として例えば図4に τ のとり得る範囲の値を固定長符号化する固定長符号表35Tが使用される。この固定長符号表35Tが固定長符号化部35に格納されており、固定長符号化部35は入力された τ に対応する符号Cをこの時間遅れ τ の固定長符号表35Tを参照して出力する。

【0020】

なお判定部31aでは、時間遅れ τ を可変長符号化するか固定長符号化するかの判断条件として量子化乗数 τ が基準値0.2より大か否かにより判定したが、基準値は0.3程度の値でもよい。また遅れ探索部17では、前フレーム量子化乗数 τ_0 が大きい場合には探索範囲自体を τ_0 を含む近傍、例えば $-3\tau_0$ ~ $3\tau_0$ 程度と、 $2\tau_0$ 、 $\tau_0/2$ の各近傍とのみに限定することも可能で、演算量を軽減できる。しかしながら、情報の符号化開始時には前フレームは存在しないし、また符号系列に符号化された情報(例えば楽曲)の途中から復号化を開始可能にするランダムアクセスポイント(アクセス開始位置)となるべきフレームに対しては前フレームの情報を使用しないで符号化を行う必要がある。

【0021】

ランダムアクセスは符号系列の指定された位置(アクセスポイント)のフレームから過去のフレームの影響なく信号を再構成できる機能であり、複数フレームごとにアクセスポイントが設定され、その単位で信号を再構成できるし、パケット化を行うことができる。

例えばネットワークを通して放送される符号化されたオーディオ情報及び/又はビデオ情報などへのアクセスがランダムな時点で開始できるような符号化の手法として、情報の開始フレームと、それに続くフレームの一定数おきの各フレームに、その前後のフレームに依存しないフレーム内符号化(intra-frame coding)されたフレームをアクセスポイントとして設け、隣接アクセスポイント間の各フレームでは符号化効率の高いフレーム間予測符号化により情報を符号化する手法が使われる。このような符号化情報を使えば、任意のアクセスポイントから直ちに復号を開始することができる。本発明においては、例えば波形符号化部21において引算部15からの誤差信号をフレーム間予測符号化により符号化する場合、情報の開始フレームと、それに続く一定フレーム数おきに挿入されるアクセスポイントにおけるフレームでは前フレームの情報を用いず、フレーム内予測符号化を行う。そのアクセスポイントのフレームを指定する信号としては、例えば音声符号化装置に適用された本発明の符号化装置と共に使用される、図示してないビデオ情報符号化装置においてアクセスポイントを指定する信号 F_s が生成され、そのアクセスポイント信号 F_s がこの発明の符号化装置に与えられてもよい。あるいは、図1において区間分割部12により生成された一連のフレームに対し、破線で示すアクセスポイント設定部25により開始フレームと、それに続く一定フレーム数おきの各フレームをアクセスポイントとして指定するアクセスポイント信号 F_s を生成し、波形符号化部21はそのアクセスポイント信号 F_s が与えられているか否かにより誤差信号に対しフレーム内予測符号化を行うか、フレーム間予測符号化を行う。

【0022】

そこで、判定部 3 1 a は図 2 中に破線で示すように、ステップ S 2 の次にアクセスポイント信号 F_s が与えられていないかいるかにより前フレーム時間遅れ τ_0 が利用可能か否かを判定し (ステップ S 1 4)、利用可能であれば前フレームの量子化乗数 α (以下、前フレーム量子化乗数 α_0 と呼ぶ) を記憶部 (図示せず) から読み出し (ステップ S 1 5)、その前フレーム量子化乗数 α_0 が所定の基準値、例えば 0.2 より大であるかを判定し (ステップ S 1 6)、 α_0 が所定値より大であれば例えば前述したように前フレーム時間遅れ τ_0 を基準とした狭い範囲に限定して時間遅れ τ を探索してステップ S 7 に移り (ステップ S 1 7)、ステップ S 1 6 で α_0 が基準値より大でなければ従来と同様に広い範囲で時間遅れ τ を探索してステップ S 9 に移る (ステップ S 1 8)。ステップ S 1 4 で前フレーム時間遅れ τ_0 を利用できないと判定されると、ステップ S 3 に移る。また破線ステップ S 5' で示すように乗数 α を計算し、符号化すると共に、符号化にともなう量子化乗数 α の記憶を行う。なお、アクセスポイントのフレームの場合には、フレーム内の情報のみで τ を探索し、 α を求める必要がある。このため、符号化装置ではアクセスポイント信号 F_s を遅延部 1 3 にも入力し、遅延部 1 3 ではアクセスポイント信号 F_s が入力された場合には、前フレーム部分の $x(i)$ は 0 とした上で (すなわち、 $x(i)$ ($i < 0$) を 0 に置き換え)、時間遅延信号のベクトル X を作り、このベクトル X を遅れ探索部 1 7 と乗数計算部 1 8 と乗算部 1 4 とに入力する。アクセスポイント信号 F_s は図示していない上記ビデオ情報符号化装置が符号化ビデオ信号と共に復号側に送出してもよいし、あるいはアクセスポイント設定部 2 5 が生成したアクセスポイント信号 F_s を復号側に送ってもよい。あるいは、システムとして符号化側に、アクセスポイント情報を生成する手段を設け、音声信号やビデオ信号の符号とは別の階層で復号化側にアクセスポイント情報を送信してもよい。

【0023】

入力サンプル時系列信号を遅延部 1 3 で τ だけ遅延させ、その遅延された信号に量子化乗数 α を乗算して長期予測信号を生成し (ステップ S 1 0)、その長期予測信号を入力サンプル時系列信号 $x(i)$ から引算部 1 5 で引算し (ステップ S 1 1)、その残差波形信号 (誤差信号) $y(i)$ を波形符号化部 2 1 で波形符号 C_w に符号化する (ステップ S 1 2)。合成部 2 4 で符号 C_w , C_s , C_a を合成して出力する (ステップ S 1 3)。

【0024】

この第 1 実施例では時間遅れ τ に対し、量子化乗数 α に応じて固定長符号化または可変長符号化を選択し、しかも可変長符号化の場合は、その α 対符号語表において α が前フレーム時間遅れ τ_0 と同じ、 τ_0 の整数倍、 τ_0 の整数分の 1、 τ_0 の隣接近傍値であるものに短い符号長の符号を割り当てているため、従来より符号化圧縮率を向上させることができる。この可変長符号化部 3 4 には τ_0 、 $2\tau_0$ 、 $\tau_0/2$ 、 τ_0-1 が入力されて符号 C_s を出力する部分 3 4 a と、 α が入力されて符号 C_s を出力する部分 3 4 b とがある点で通常の可変長符号の符号表と異なる構成となっている。

【0025】

復号化側

図 1 及び図 2 に示した符号化装置及びその処理手順と対応する復号化装置の機能構成例を図 6 にその処理手順例を図 7 にそれぞれ示す。入力端子 5 1 よりの入力符号は 1 フレームごとに分離部 5 2 で波形符号 C_w と時間遅れ符号 C_s と乗数符号 C_a とに分離される (ステップ S 2 1)。アクセスポイント信号 F_s は、例えば図示していないビデオ情報復号化装置から与えられてもよいし、あるいはシステムとして別の階層で受信したアクセスポイント情報を利用してよい。この復号化装置の実施例では、分離部 5 2 により分離された符号中にアクセスポイント信号 F_s が存在することをアクセスポイント判定部 6 9 が検出すると、その時点のフレームから復号を開始する。波形符号 C_w は波形復号化部 5 3 で誤差信号に復号される (ステップ S 2 2)。また乗数符号 C_a も乗数復号化部 5 4 で量子化乗数 α に復号化される (ステップ S 2 2)。

【0026】

量子化乗数 α は条件判定部 5 5 で所定値、つまり図 1 中の判定部 3 1 a における判定

条件の基準値と同一値、前記例では0.2より大きいか否かの判定が行われ（ステップS 2 3）、'が0.2より大であれば切替部5 6が可変長復号化部5 7側に切替えられ、遅れ符号C が可変長復号化部5 7により復号化され、時間遅れ が得られる（ステップS 2 4）。この復号化部5 7には図1中の可変長符号化部3 4に格納されている時間遅れ の可変長符号表3 4 Tと同一のものが格納されている。ステップS 2 3で 'が0.2以下であると判定されると、切替部5 6が固定長復号化部5 8に切替えられ、遅れ符号C は固定長復号化部5 8により復号化されて、時間遅れ が得られる（ステップS 2 5）。固定長復号化部5 8には図1中の固定長符号化部3 5に格納されている時間遅れ の固定長符号表3 5 Tと同一のものが格納されている。

【0027】

加算部5 9よりの出力復号波形信号は遅延部6 1で、復号された時間遅れ だけ遅延され（ステップS 2 6）、その サンプル遅延された復号信号に、復号化された量子化乗数 'が乗算部6 2で掛算され（ステップS 2 7）、その掛算結果が加算部5 9で、復号された誤差信号と加算されて復号波形信号サンプル時系列信号が得られる（ステップS 2 8）。なお、アクセスポイントのフレームの場合には、符号化装置の場合と同様に、遅延部6 1では前フレーム部分の $x(i)$ は0とした上で、時間遅延信号を作り、乗算部6 2に入力する。これらサンプル時系列信号はフレームごとに得られ、これらフレームのサンプル時系列信号を連結部6 3で連結して出力する（ステップS 2 9）。可変長復号化部5 7、固定長復号化部5 8、条件判定部5 5、切替部5 6は遅れ復号化部6 0を構成している。また、遅れ復号化部6 0と乗数復号化部5 4は補助情報復号化部6 4を構成している。

【0028】

[第2実施例]

第1実施例では時間遅れ を条件に応じて可変長符号化した。この第2実施例では乗数を条件に応じて可変長符号化し、時間遅れ の符号化部2 3は第1実施例と同様に条件に応じて可変長符号化してもよく、あるいは従来と同様に固定長符号化のみとしてもよく、この符号化方法に応じて、復号化装置の遅れ復号化部6 0は可変長復号化又は従来と同様な固定長復号化とされる。

従って以下においては第1実施例や従来技術と異なる乗数 の符号化についてのみ説明する。ここでも時間遅れ に対する符号表の選択と同様に、乗数 に対する符号表の適応的選択を明示する補助情報を使う場合もあるが、以下では選択を明示しない場合を述べる。

【0029】

図8は図1に示した符号化装置における乗数符号化部2 2に適用する第2実施例による乗数符号化部2 2の機能構成例を、図9はその処理手順を示す。前フレーム乗数記憶部7 0には乗数符号化部2 2において前フレームで符号化されることにより量子化された量子化乗数 'が記憶されている。その量子化乗数 'が前フレーム量子化乗数 'と前フレーム乗数記憶部7 0から取り出され（ステップS 3 0）、条件判定部7 1で前フレーム量子化乗数 'が所定の基準値、例えば0.2以下か否か、あるいは 'が得られなかったか否かが判定され（ステップS 3 1）、 'が基準値以下または 'が得られなかった場合は切替部7 2が単独符号化部7 3に切替えられ乗数 は固定長符号語または可変長符号語の符号C に符号化される（ステップS 3 2）。ステップS 3 1で 'が基準値より大であると判定されると、切替部7 2は可変長符号化部7 4に切替えられ、乗数 は可変長符号語C に符号化される（ステップS 3 3）。

【0030】

前フレーム量子化乗数 'が基準値より大の場合の現フレームの乗数 の値の出現頻度分布は、例えば図10のグラフ7 4 Aに示すように $= 0.2 \sim 0.3$ で最も頻度が高く、従って、図10に示す乗数の可変長符号表7 4 Tに示すように、例えば0.3の値に最も短い符号"1"を割り当て、それより大きくまたは小さくなるにつれ、順次長い符号を割り当てる。

符号化部7 3または7 4により符号化された乗数符号C と符号化により量子化された

10

20

30

40

50

量子化乗数 $'$ とが乗数符号化部 22 から出力されると共に、量子化された乗数 $'$ が前フレーム乗数記憶部 70 に記憶され、次のフレームで前フレーム量子化乗数 $'_0$ として使用される。

【0031】

この乗数 $'_0$ が小さい場合の符号化について更に説明する。前フレーム量子化乗数 $'_0$ が小さいとき、あるいは前のフレームの情報が利用できない場合には単独の符号化を単独符号化部 73 で行う。前のフレームの情報が利用できない例としては、前述のように先頭のフレームあるいはランダムアクセスのアクセスポイント（アクセス開始）のフレームがある。

【0032】

単独符号化部 73 は、乗数 $'$ を固定長符号語の符号 C に符号化してもよいし、以下のように可変長符号語の符号 C に符号化してもよい。この単独符号化部 73 において可変長符号化を行う場合の乗数 $'$ の可変長符号表の例を図 11 の表 73 T に示す。図 11 のグラフ 73 A に前フレーム量子化乗数 $'_0$ が基準値より小さい場合の、現フレームの乗数 $'$ の各値の出現頻度を示すように、アクセスポイントのフレームのような場合は小さい値の乗数 $'$ の発生頻度が極めて高いので、“1”を割り当てる。乗数 $'$ の値が大きくなるほど発生頻度が下がるので長い符号を割り当てる。この例ではいずれも符号語の 2 進数値は 1 であるが発生頻度が小さくなるに従って上位に 0 を付加して、符号語の桁数が大とされている。

【0033】

図 8 に示した乗数符号化部 22 の実施例を図 1 の符号化装置に適用する場合、遅れ符号化部 23 は図 1 に示されている通り可変長符号化と固定長符号化を選択的に実行する構成でもよいし、量子化乗数 $'$ に基づく符号化選択を行わず、時間遅れ $'$ を常に固定長符号化する構成としてもよいし、あるいは時間遅れ $'$ を常に可変長符号化する構成としてもよい。

【0034】

乗数符号化部 22 の他の実施例として、図 8 において $'$ の符号化の代わりに現フレームの乗数 $'$ と前フレーム量子化乗数 $'_0$ の差分を符号化する構成を図 12 に示し、その処理手順を図 9 中に破線ブロック S34 を加えたものとして示す。前フレーム乗数記憶部 70 からの前フレーム量子化乗数 $'_0$ と現フレームの乗数 $'$ との差分 $' - '_0$ を計算する差分計算部 75 が切替部 72 と可変長符号化部 74 との間に設けられており、ステップ S31 で前フレーム量子化乗数 $'_0$ が所定値より大でないと判定されると、切替部 72 が差分計算部 75 に切替えられその前フレーム量子化乗数 $'_0$ と現フレームの乗数 $'$ との差分 $' - '_0$ が差分計算部 75 で計算される（ステップ S34）。可変長符号化部 74 はその計算結果 $' - '_0$ を符号 C に符号化すると共に、その符号化時に得られる量子化差分 $' - '_0$ を加算部 76 に与える（ステップ S33）。また、加算部 76 は量子化差分 $' - '_0$ と前フレーム量子化乗数 $'_0$ とを加算して現フレームの量子化乗数 $'$ を生成し、これを次フレームに対する前フレーム量子化乗数 $'_0$ として前フレーム乗数記憶部 70 に保持する。その他の構成と動作は図 8 の場合と同様である。

【0035】

前フレーム量子化乗数 $'_0$ が大きいときには現フレームの乗数 $'$ も大きい可能性が高い。従って現フレームの乗数 $'$ が前フレーム量子化乗数 $'_0$ から離れるほど、即ち差分 $' - '_0$ の絶対値が大きくなるほど発生頻度が下るので、図 13 の可変長符号表 74 T に示すように符号 C は図 10 と同様に $' - '_0$ との差分値の発生頻度が小さくなるに従って長い符号語を割り当てる。図 13 の例では差分 $' - '_0$ が大きくなるにつれ、符号語の 0 の桁数を上位側に 1 ずつ増加させた場合をしめしている。

【0036】

乗数 $'$ 又は差分 $' - '_0$ の符号化においては、これらの値は一般には整数ではない。従って、例えば $' - '_0$ の変化範囲が複数の小範囲に分割され、小さい値の $' - '_0$ が属する各分割された小範囲程、短い符号長の符号が割り当てられ、また各分割された小範囲ごとにその代表値 $' - '_0$

10

20

30

40

50

一般に整数)がそれぞれ決められている。入力された C が属する小範囲の符号語が符号 C として出力されるとともに、その小範囲の代表値が復号された量子化乗数 $'_0$ として出力される。この量子化乗数 $'_0$ が例えば図 1 中の乗算部 14、判定部 31a へ入力されることになる。

【0037】

次に以上に述べた図 8 の乗数符号化部 22 と対応する復号側における乗数復号化部 54 の機能構成例を図 14 に、処理手順例を図 15 に示す。

分離部 52 よりの乗数符号 C は切替部 81 に入力される。一方、前フレーム乗数記憶部 82 より前フレーム量子化乗数 $'_0$ が取り出され(ステップ S41)、この $'_0$ は判定部 83 で所定基準値以下であるかまたは前フレーム量子化乗数 $'_0$ が存在しないか否かの判定が行われる(ステップ S42)。この基準値は符号化側におけるステップ S31 における判定に用いられた基準値と同一値とされる。前フレーム量子化乗数 $'_0$ が基準値以下、または存在しないと判定されると、切替部 81 は単独復号化部 84 に切替えられ、入力された符号 C が単独復号化部 84 で復号される(ステップ S43)。

【0038】

ステップ S42 で $'_0$ が基準値以下でないと判定されると、切替部 81 は可変長復号化部 85 側に切替えられ、符号 C は可変長復号化部 85 で復号される(ステップ S44)。単独復号化部 84 及び可変長復号化部 85 は符号化側の単独符号化部 73 及び可変長符号化部 74 と対応するものであり、この例では可変長復号化部 84 に図 10 に示した表 74T と同じものが格納される。

符号化側で図 12 の乗数符号化部 22 を用いて C と $'_0$ の差分 D を可変長符号化した場合は、図 14 及び図 15 中に破線で示すように可変長復号化部 85 で復号化された差分信号に、前フレーム量子化乗数 $'_0$ が加算部 86 で加算されて、量子化乗数 $'_0$ が得られる(ステップ S45)。この場合の可変長復号化部 85 には図 13 に示した表 74T と同じものが格納されている。

【0039】

図 11 に示した単独符号化の符号割り当ての他の例を図 16 に示す。この例に示すように、頻度の減少に従って符号の桁数を順次増加させるのではなく、頻度が比較的接近している部分は図中に "001", "010", "011" として示すように符号の桁数は同一として、2進数値として値 1 ずつずらしてもよい。 C が大きい場合は、 $'_0$ が波形信号に大きな影響を与える。よって図 17 に示すように C が特に大きい部分は乗数 $'_0$ の刻みを小さくしてもよい。この場合は符号語数と桁数が多くなるが、そのように特に大きな C となる頻度は著しく少ないため、全体としての符号量にほとんど影響を与えることなく、復号波形信号の精度を上げることができる。

【0040】

変形例

前述では可変長符号化する場合はパラメータ (α または β) と符号語との関係を符号表として保持し、符号化や復号化を行った。しかし、例えば図 5、図 11、図 13、図 16、図 17 に示した例では、パラメータの大きさと符号語との関係に規則性があり、例えば α の値がわかれば、1 の上位に 0 を規則に従った数だけ付けた符号語とすればよく、逆に符号語から規則に従って、 α の値を求めることができる。つまりこれらの場合は、可変長符号化、復号化部にパラメータの符号表を用いなくてもよい。

【0041】

図 5 に示した符号表による符号化では、 $\alpha = 0$ 、 $\beta = 0-1$ 、 $\alpha = 0/2$ 、 $\beta = 2 \cdot 0$ のいずれであるかを比較部 32 で判定し、これらのいずれかと一致すると、対応した短い符号長(ここでは例えば 1 ビットまたは 3 ビット)の符号 C を可変長符号化部 34 から出力した。この比較判定としては、これらの他に例えば $\alpha = 0+1$ 、 $\beta = 0/3$ 、 $\alpha = 0/4$ 、 $\beta = 3 \cdot 0$ 、 $\beta = 4 \cdot 0$ などのいずれとなるかを比較部 32 で判定し、これらのいずれかと一致すれば、そのことを表わす予め決めた符号長が短い符号 C を可変長符号化部 34 から出力させるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 2 】

第 1 実施例では乗数 α が大きい小さいかにより、図 5 に示した時間遅れ τ の可変長符号表 3 4 T (可変長符号化) を用いるか、図 4 に示した時間遅れ τ の固定長符号表 3 5 T (固定長符号化) を用いるかを区別した。

あるいは次のようにしてもよい。現フレームを独立して符号化すべきか否か、すなわち現フレームをアクセスポイントのフレームとして符号化するか否か、で時間遅れ τ の符号化方法を選択する。例えば図 1 8 に示すように前フレームの情報を利用できるか否かを判定する(ステップ S 5 1)。ここでは図 1 に破線で示すように、アクセスポイント設定部 2 5 からアクセスポイント信号 F_s が判定部 3 1 a に与えられているか否かにより現フレームを独立して符号化するか否かの判定を行う。この信号 F_s が判定部 3 1 a に与えられた場合は、現フレームがアクセスポイントのフレームであることを示し、前フレームの情報を使用せずに時間遅れ τ を単独符号化する(ステップ S 5 2)、この符号化は例えば図 4 に示した符号表 3 5 T を用いる。ステップ S 5 1 で信号 F_s が与えられてない場合は、前フレームの情報を使用して符号化すべきと判定し、現フレームの時間遅れ τ は可変長符号化する(ステップ S 5 3)。この場合の符号表は例えば図 5 に示した符号表 3 4 T が用いられる。この場合の図 6 における復号化は例えば図 1 9 に示すように、まず現フレームを独立復号を示す情報つまり前フレーム情報が有るかを判定し(ステップ S 6 1)、なければ時間遅れ符号 C を単独復号化する(ステップ S 6 2)。ステップ S 6 1 で前フレーム情報が有ると判定されると、時間遅れ符号 C を可変長復号化する(ステップ S 6 3)。

【 0 0 4 3 】

時間遅れ τ の符号化方法の選択としては、現フレームを独立に符号化するか否かと、量子化乗数 α の大きさととの組み合わせにより決定することもできる。この場合は図 1 中の判定部 3 1 a には現フレームが独立符号化か否かを示すアクセスポイント信号 F_s と乗数符号化部 2 2 よりの量子化乗数 α とが入力される。判定部 3 1 a では例えば図 2 0 に示すように、まず現フレームに独立符号化のアクセスポイント信号 F_s が有るかの判定がなされ(ステップ S 7 1)、 F_s があれば、時間遅れ τ を単独符号化し(ステップ S 7 2)、ステップ S 7 1 で F_s がなければ、つまり前フレーム情報があれば量子化乗数 α が基準値より大であるか否かが判定され(ステップ S 7 3)、基準値より大であれば、時間遅れ τ は可変長符号化され(ステップ S 7 4)、基準値より大でなければ、時間遅れ τ は固定長符号化される(ステップ S 7 5)。

【 0 0 4 4 】

この場合の復号化側の処理は符号化側と同様である。つまり、図 2 0 中に括弧書きで示すように、受信符号中に F_s があるかが判定され、あれば C は単独復号化され、なければ復号化された τ が所定値より大であれば C は可変長復号化され、所定値より大でなければ C は固定長復号化される。

図 1 3 において τ と τ_0 の差分値の発生頻度を学習することなく、差分値の絶対値が小さい程度発生頻度が高いことは予め知られているから、差分値の絶対値が大きくなるに従って符号長が長くなる、例えば図 1 3 に示したような符号語を割り当てて乗数 α の可変長符号表 7 4 T を作成してもよい。

【 0 0 4 5 】

[第 3 実施例]

図 8 の乗数符号化部 2 2 を図 1 に適用した場合、更に波形符号化部 2 1 による符号化と乗数符号化部 2 2 による符号化の組を最適化させるように構成してもよい。その構成は図 1 の構成に対し、更に最適化部が追加された構成であり、その場合の構成の主要部を図 2 1 に示す。

【 0 0 4 6 】

図 2 1 の構成は、最適化部 2 6 に波形符号化部 2 1 の出力符号 C_w と乗数符号化部 2 2 の出力符号 C が与えられ、それらの符号量の合計(ビット数の合計)が計算され、その合計符号量が小さくなるように乗数符号化部 2 2 の選択された可変長符号化による量子化乗数 α を変化させる(すなわち符号表における α の選択を変える)。更に、選択された

10

20

30

40

50

'により乗算部14の乗算、その乗算結果による引算部15での引き算、その引算結果に対する波形符号化部21による符号化を行う。このように'を変化させてC_wとCの合計の符号量が最小となる'を決定する。この合計符号量が最小と成るときのC_wとCとを符号化結果として合成部24に与える。その他の構成と動作は図1の場合と同様である。このような最適化した符号化に対応する復号化は図14の乗数復号化部54を適用した図6の復号化装置により実施できる。

【0047】

同様に、図1の波形符号化部21からの符号C_wと遅れ符号化部23からの符号Cとの符号量の合計が最小と成るように遅れ符号化部23からの符号Cを決定してもよい。具体的には、符号C_wと符号Cとの符号量の合計が小さくなるように遅れ探索部17の時間遅れを変化させて遅延部13以降の処理を行い、符号C_wと符号Cとの符号量の合計が最小となる時の符号C_wと符号Cとを符号化結果として合成部24に与える。

10

前述のとおり、時間遅れを変化させた場合は、乗数に影響を与えるため符号Cに影響を与え、更には、誤差信号y(i)にも影響を与えるため符号C_wにも影響を与える。従って、符号C_w、符号C、符号Cの3者を組み合わせて全体の符号量を最小とるように量子化乗数'と時間遅れのそれぞれまたは両方を調整することも可能である。

【0048】

[第4実施例]

前述した実施例では、図3で説明したように1つの時間遅れ(即ち1つの遅延タップ)の信号Xに対し1つの乗数'を乗算して信号Xに対する予測信号'Xを生成したが、時間遅れとそれに隣接する複数の時間遅れの信号に基づいて予測信号を生成してもよい。その場合の符号化装置の構成を図22に示す。図22の構成は、遅延タップ数が3の場合であり、図1の構成における遅延部13を-1サンプル遅延部(Z⁻¹)13Aと、2つの単位遅延部13B、13Cとの直列接続で構成している。遅延部13は時間遅れ探索部17から与えられた時間遅れに対し、遅延部13Aに-1サンプルの遅延を設定する。従って、入力信号Xに対し遅延部13A、13B、13Cのそれぞれの出力には-1サンプル遅延した信号X₋₁、サンプル遅延した信号X、+1サンプル遅延した信号X₊₁がそれぞれ出力される。

20

【0049】

乗算部14は、乗算器14A、14B、14Cとそれらの出力を加算して、加算結果を予測信号として引算部15に与える加算器14Dとより構成されている。乗数計算部18は入力信号Xと遅延された信号X₋₁、X、X₊₁から3つの遅延タップに対する最適な3つの乗数₋₁、'、₊₁を後述のように計算し、乗数符号化部22に与える。乗数符号化部22は3つの乗数₋₁、'、₊₁をまとめて符号化し、乗数符号Cとして出力すると共に、その符号化による量子化乗数₋₁'、'、₊₁'を乗数計算部18の乗算器14A、14B、14Cに与える。また、量子化乗数'を符号化選択部31の判定部31aに与える。

30

【0050】

乗数計算部18における乗数の計算は以下のように行う。

3つの遅延タップの信号に対する乗数は次式の歪dが最小となるように決める。

40

【数4】

$$d = \sum_{i=0}^{N-2} \left(x(i) - \sum_{j=-1}^1 \rho_j x(i - \tau - j) \right)^2 \tag{6}$$

そのような乗数₋₁、'、₊₁は次式により計算することができる。

【数5】

$$\begin{bmatrix} \rho_{-1} \\ \rho \\ \rho_{+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{\tau-1}^T X_{\tau-1} & X_{\tau-1}^T X_{\tau} & X_{\tau-1}^T X_{\tau+1} \\ X_{\tau}^T X_{\tau-1} & X_{\tau}^T X_{\tau} & X_{\tau}^T X_{\tau+1} \\ X_{\tau+1}^T X_{\tau-1} & X_{\tau+1}^T X_{\tau} & X_{\tau+1}^T X_{\tau+1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{\tau-1}^T X \\ X_{\tau}^T X \\ X_{\tau+1}^T X \end{bmatrix} \quad (7)$$

このように、複数遅延タップからの信号を使って予測信号を生成した場合、より予測精度が高くなり、従って引算部15で得られる誤差信号のエネルギーが小さくなり、より効率の高い符号化が可能になる。図22では遅延タップ数が3の場合を示したが、これに限らず所望の複数のタップ数で実現できる。

10

【0051】

図22の符号化装置に対応する復号化装置の構成例を図23に示す。この構成において、遅延部61を図22の遅延部13と同様に-1サンプル遅延部61Aと、2つの単位遅延部61B、61Cの直列接続で構成し、乗算部62を図22の乗算部14と同様に3つの乗算器62A、62B、62Cと、加算器62Dとにより構成している。分離部52からの乗数符号Cは乗数復号化部54で3つの量子化乗数 ρ_{-1} 、 ρ 、 ρ_{+1} に復号される。これらの量子化乗数はそれぞれ乗算器62A、62B、62Cに与えられ、遅延部61A、61B、61Cからの出力とそれぞれ乗算される。乗算結果は加算器62Dで加算され、加算結果は予測信号として加算部59に与えられる。量子化乗数 ρ は条件判定部55にも与えられ、時間遅れ符号Cに対する復号化部57、58の選択判定に使用される。その他の構成及び動作は図6の場合と同様である。

20

【0052】

[第5実施例]

ひとつのフレームを4個の副フレームに分割して符号化する第5の実施例を説明する。この場合、量子化乗数 ρ と時間遅れ τ のパラメータの出力のやり方として、下記4通りが考えられる。

- (1) ρ と τ をフレームで1回だけ出力する。
- (2) 量子化乗数 ρ だけ、各副フレームごとに出力する。
- (3) 時間遅れ τ だけ、各副フレームごとに出力する。
- (4) ρ と τ を各副フレームごとに出力する。

30

これらの場合いずれも符号化して出力するが、この切替方法、つまりこの4通りのいずれであるかを別途符号化し、この切替符号と補助符号とを波形符号 C_w も総合して最も符号量が小さくなる組み合わせ、あるいは符号化歪が小さい組み合わせをフレームごとに選択する。図24に簡単に示すように入力信号xは前述した4通りに応じた(1)~(4)と対応する第1~第4符号化部91₁~91₄によりそれぞれ符号付される。これら第1~第4符号化部91₁~91₄より各出力符号 C_w 、 C_{ρ} 、 C_{τ} はそれぞれ符号量計算部92₁~92₄に入力されて、総合符号量がそれぞれ計算される。これら計算された総合符号量中の最小値が最小値選択部93で選択される。第1~第4符号化部91₁~91₄と対応するゲート94₁~94₄が設けられ、最小値選択部93で選択したその最小値と対応したゲートが開かれそのゲートと対応する符号化部よりの符号 C_w 、 C_{ρ} 、 C_{τ} が合成部24に入力される。また最小値選択部93で選択した第1~第4符号化部91₁~91₄のいずれであるかを示す信号が切替符号化部95で符号化され、切替符号 C_s として合成部24に入力される。

40

【0053】

各副フレームごとにパラメータを出力する場合には前の副フレームの値を条件にして、符号化することもできるし、例えば4個のパラメータをまとめて、結合頻度を反映させた算術符号で圧縮することも可能である。例えば4個のパラメータが同時に発生する頻度の積とその4個のパラメータとの関係表を頻度差が小さい程、小さい符号語としたものを用いてもよい。(1)~(4)の可能性のうち、例えば(1)、(2)、(4)、あるいは(1)、(4)のみを

50

使うことも可能である。また副フレーム数は4個に限定されず、また例えば4個の場合と8個の場合の好ましいものを選択することもできる。

【0054】

更に第1及び第2実施例においては乗数に依存して時間遅れあるいは乗数の符号化方法を変更したが、時間遅れを例えば第1実施例で述べたように前記固定長符号化し、また前記可変長符号化し、それぞれにおける波形符号 C_w も含めた符号量を求め符号量が少ない方の符号を出力し、かつどの符号化方法を選択したかを表わす切替符号(1ビットでよい)も出力するようにしてもよい。乗数の符号化も予め決めた2通りの符号化について同様に選択してその符号を出力すると共に切替符号を出力するようにしてもよい。

要するに、この発明は時間遅れ、乗数と符号語との関係を量子化乗数に依存して、あるいは切替符号により切り替え、つまり適応的に切り替えるものである。同様に復号化側においても復号化された情報に基づき、時間遅れや、量子化乗数と符号語との関係を適応的に替えるものである。

【0055】

長期予測信号としては、遅延された複数サンプルの重み付き加算として生成してもよい。その符号化装置の要部の機能構成例を図25に示す。この例は3つのサンプルを利用する場合でフレームに分割された入力時系列信号 X は遅延部13Aで -1 サンプル遅延され、更に単位遅延部13B、13Cで順次1サンプル遅延される。遅延部13A、13B、13Cの各出力は乗算部65₁、65₂、65₃でそれぞれ予め決めた重み、例えば $w_{-1} = 0.25$, $w_0 = 0.5$, $w_t = 0.25$ が乗算され、これらの乗算結果が加算部66で加算されて遅れ探索部17に入力される。遅れ探索部17では加算部66の加算結果が、図1中の遅れ探索部17の入力 X として処理される。

【0056】

図1中の乗数符号化部22からの量子化乗数が乗算部67₁、67₂、67₃でそれぞれ重み w_{-1} , w_0 , w_{+1} が乗算され、これら乗算結果が、遅延部13A、13B、13Cの各出力サンプルに対し、乗数として乗算部14A、14B、14Cでそれぞれ乗算される。これら乗算部14A、14B、14Cの和が長期予測信号として、入力時系列信号 X から引算部15で引算される。

【0057】

この場合の復号化装置の要部の機能構成例を図26に示す。図6中の乗数復号化部54よりの復号化された量子化乗数 $'$ が乗算部68₁、68₂、68₃でそれぞれ重み w_{-1} , w_0 , w_{+1} が乗算される。加算部59よりの復号化された時系列信号は遅延部61を構成する -1 サンプル遅延部61Aで -1 サンプル(は遅れ復号化部60より入力される)遅延され、更に遅延部61を構成する単位遅延部61B、61Cにより順次1サンプル遅延される。遅延部61A、61B、61Cの各出力に対し、乗算部68₁、68₂、68₃の各乗算結果がそれぞれ乗数として乗算部62₁、62₂、62₃で乗算される。これら乗算部62₁、62₂、62₃の出力の和が復号化された長期予測信号として加算部59で波形復号化部53からの復号化された誤差信号に加算される。

【0058】

これまでの説明は1チャンネルの信号を対象としたが、多チャンネル信号の符号化において、別のチャンネルの信号から長期予測信号を生成することも可能であり、つまり、は別チャンネル信号を用いて生成してもよく、この生成で特徴とする、の符号化、復号化については同様である。ただし、1チャンネルの場合の復号化では、同じフレーム内の自分自身の過去の信号を回帰的に参照する場合があるが、別のチャンネル信号を用いる場合はそうならない点異なる。

【0059】

前記各実施例で示した符号化装置、復号化装置はそれぞれコンピュータにより機能させることができる。この場合は、前述した各装置について、その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、CD-ROM、磁気ディスク、半導体記録装置などの記録媒体からそのコンピュータにインストールし、または通信回線を介してダウンロードし

10

20

30

40

50

て、そのプログラムをコンピュータに実行させればよい。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】第1実施例の符号化装置の機能構成例を示すブロック図。

【図2】図1に示した装置の処理手順例を示す流れ図。

【図3】長期予測符号化の入力と出力との関係を簡単に示す図。

【図4】乗数 α が小さい場合の遅れ τ とその発生頻度と、対応符号語の関係例をグラフと表で示す図。

【図5】乗数 α が大きい場合の遅れ τ とその発生頻度と、対応符号語との関係例をグラフと表で示す図。

10

【図6】第1実施例の復号化装置の機能構成例を示すブロック図。

【図7】図6に示した装置の処理手順例を示す流れ図。

【図8】第2実施例の符号化装置の要部の機能構成例を示すブロック図。

【図9】図8に示した装置の処理手順例を示す流れ図。

【図10】乗数 α が基準値より大きい場合の乗数 α の発生頻度と符号語の関係をグラフと表で示す図。

【図11】乗数 α が基準値以下の場合の乗数 α の発生頻度と符号語との関係をグラフと表で示す図。

【図12】乗数符号化部22の他の実施例を示すブロック図。

【図13】差分乗数 α の発生頻度と符号語の関係をグラフと表で示す図。

20

【図14】第2実施例の復号側の乗数復号化部54の機能構成例を示すブロック図。

【図15】図14に示した装置の処理手順例を示す流れ図。

【図16】乗数とその発生頻度と符号語との他の関係例をグラフと表で示す図。

【図17】乗数の発生頻度と符号語の更に他の例を示す図。

【図18】時間遅れ τ の符号化手順の他の例を示す流れ図。

【図19】図18と対応する復号化の手順例を示す流れ図。

【図20】時間遅れ τ の符号化方法の選択処理手順の他の例を示す流れ図。

【図21】乗数符号化と波形符号化の組を最適化する符号化を説明するための要部の構成を示すブロック図。

【図22】複数の遅延タップ数を使用する場合の符号化装置の構成を示すブロック図。

30

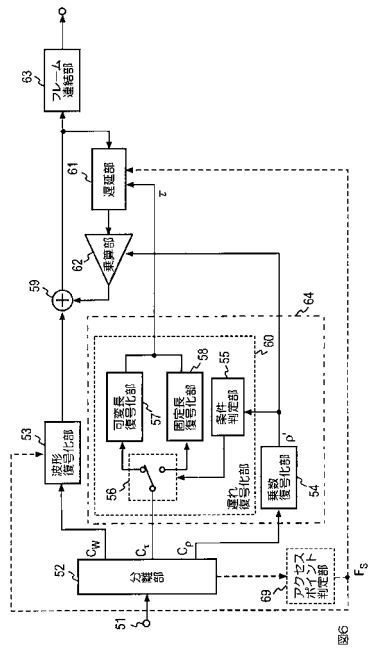
【図23】図22の符号化装置に対応する復号化装置の構成を示すブロック図。

【図24】第5実施例の符号化装置の機能構成例を示すブロック図。

【図25】複数サンプルに基づき長期予測信号を生成する場合にこの発明を適用した符号化装置の要部の機能構成例を示すブロック図。

【図26】図25の符号化装置と対応する復号化装置の要部の機能構成例を示すブロック図。

【図6】



【図7】

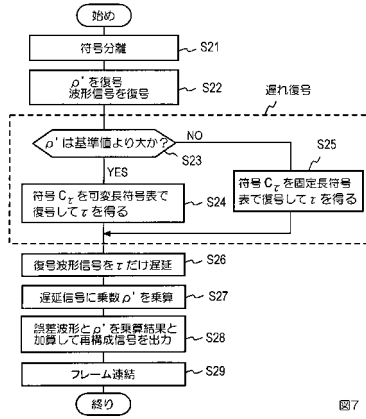


図7

【図8】

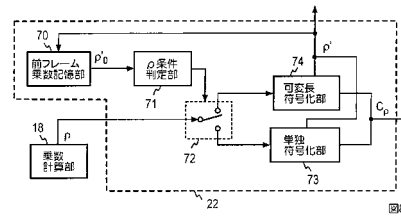


図8

【図9】

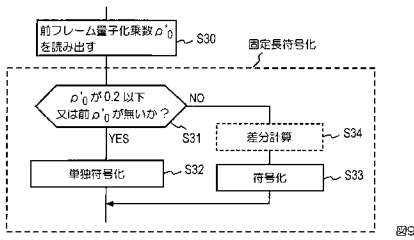


図9

【図11】

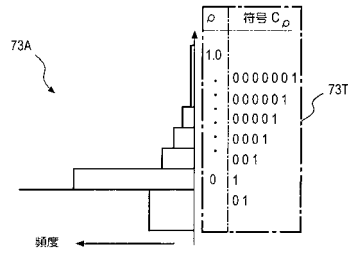


図11

【図10】

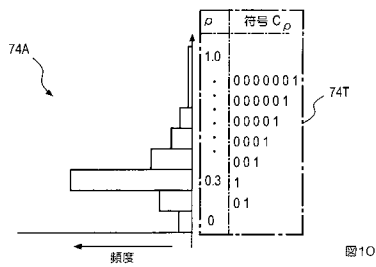


図10

【図12】

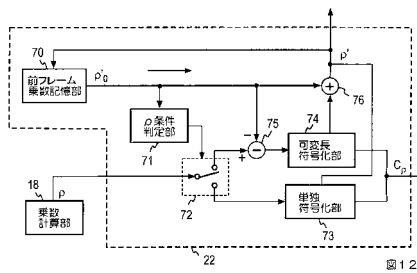


図12

【図13】

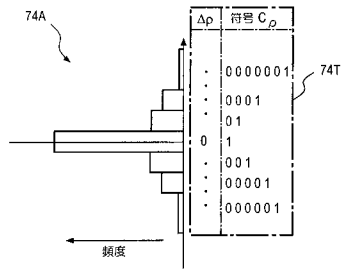


図13

【図15】

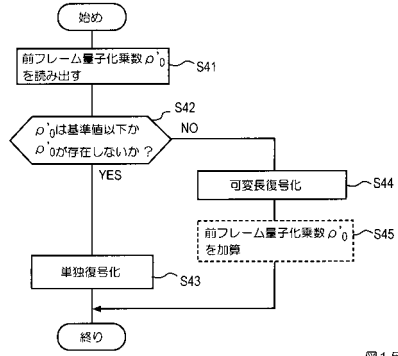


図15

【図14】

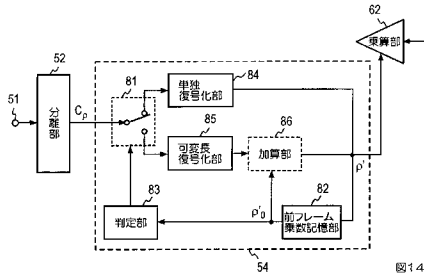


図14

【図16】

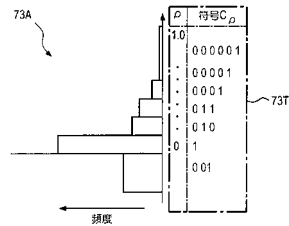


図16

【図17】

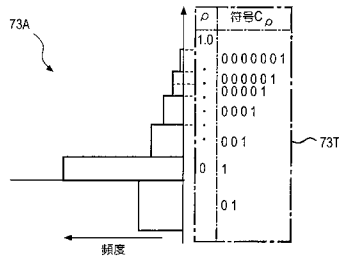


図17

【図19】

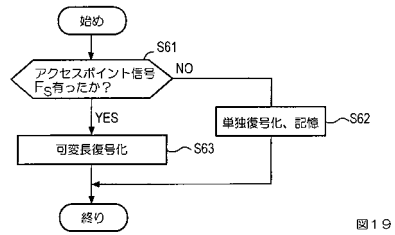


図19

【図18】

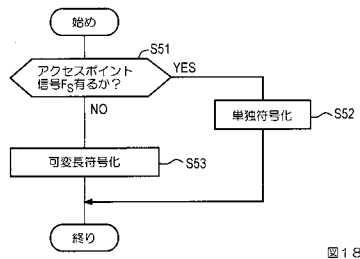


図18

【図20】

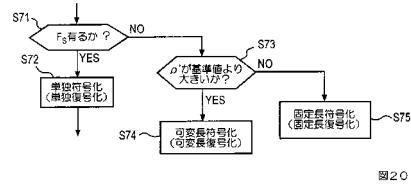


図20

【図21】

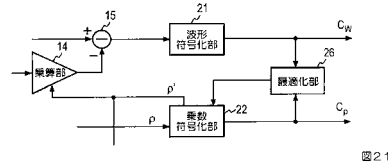


図21

【図 2 2】

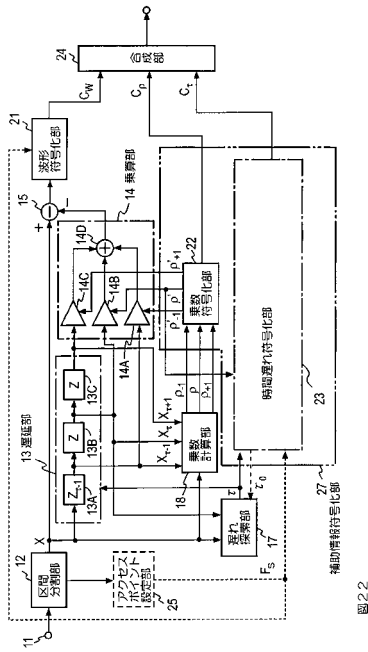


図 2 2

【図 2 3】

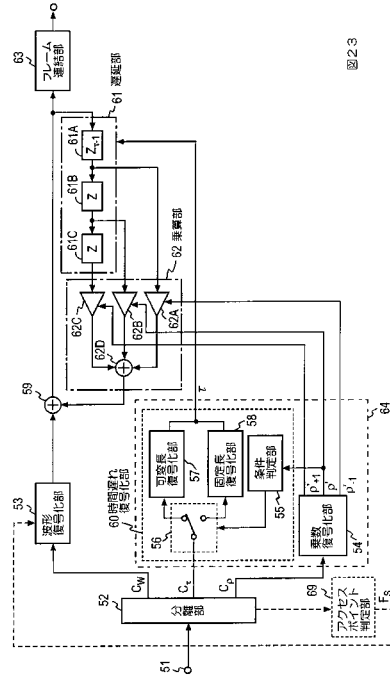


図 2 3

【図 2 4】

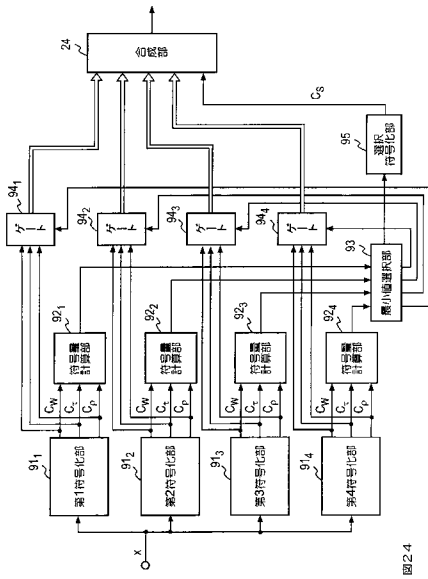


図 2 4

【図 2 5】

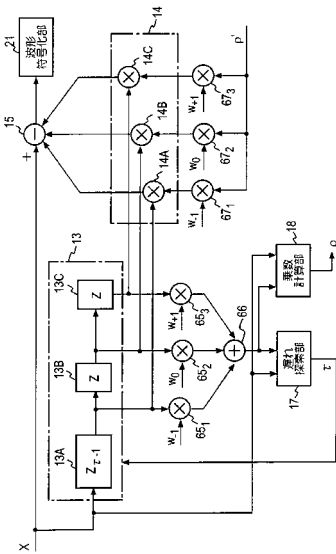
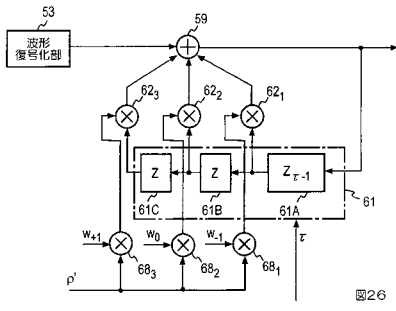


図 2 5

【 図 26 】



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

審査官 北村 智彦

- (56)参考文献 特開平05-035297(JP,A)
特開平05-119800(JP,A)
特開平04-070800(JP,A)
特開昭61-177822(JP,A)
特開平03-123113(JP,A)
特開2000-235399(JP,A)
特開平07-168597(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H03M3/00-11/00
G10L 19/08