

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第 3 2 5 5 1 8 9 号

(P 3 2 5 5 1 8 9)

(45)発行日 平成14年2月12日(2002.2.12)

(24)登録日 平成13年11月30日(2001.11.30)

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I		
G 1 0 L	19/12	G 1 0 L	9/14	S
	19/00			J
	19/04		9/18	E

請求項の数 9

(全 1 6 頁)

(21)出願番号	特願平4-322127	(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
(22)出願日	平成4年12月1日(1992.12.1)	(72)発明者	大室 伸 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
(65)公開番号	特開平6-175695	(72)発明者	間野 一則 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
(43)公開日	平成6年6月24日(1994.6.24)	(72)発明者	守谷 健弘 東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本 電信電話株式会社内
審査請求日	平成7年10月13日(1995.10.13)	(74)代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
		審査官	山下 剛史

最終頁に続く

(54)【発明の名称】音声パラメータの符号化方法および復号方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 音声スペクトル包絡特性を表す線形予測パラメータまたはパワーのパラメータを、フレームと呼ばれる一定時間間隔で算出し、所定のビット数で符号化する方法であって、
符号器は、
複数のコードベクトルを蓄えた第 1 の符号帳と、
前記複数のコードベクトルと前記複数のコードベクトルに乗算される複数の重み係数とを用いて量子化値を再生する再生手段と、
音声进行分析して得られたパラメータと前記量子化値との歪みを計算する計算手段とを有し、
過去の 2 以上の複数フレームにおいて前記第 1 の符号帳から出力された 2 以上の複数コードベクトルと現在のフレームのコードベクトルとに、それぞれのフレームに対

2

応する異なる重み係数を乗算して加え合わせたベクトルによって、現在のフレームの量子化値を表現し、
前記計算手段によって得られた、前記量子化値と前記パラメータとの歪みが最小、または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記第 1 の符号帳から現在のフレームのコードベクトルを選択し、前記選択されたコードベクトルの符号を出力するとともに、
復号器は、
複数のコードベクトルを蓄えた第 2 の符号帳を有し、
10 前記第 2 の符号帳に蓄えられる複数のコードベクトルの中から、受け取った前記符号に対応するコードベクトルを出力し、
出力された現在のフレームの前記コードベクトルと過去の 2 以上の複数フレームにおいて前記第 2 の符号帳から出力された 2 以上の複数コードベクトルに、それぞれの

フレームに対応する異なる重み係数を乗算して加え合わせたベクトルを現在のフレームの量子化値として出力することを特徴とする音声パラメータの符号化方法および復号方法。

【請求項 2】 前記符号器は、
複数種類の重み係数の組が蓄えられた係数符号帳を備えるとともに、
音声进行分析して得られたパラメータと現在のフレームの量子化値との歪みが最小または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記第 1 の符号帳の中から出力すべきコードベクトルと前記係数符号帳の重み係数とを選択し、各々の符号を出力するとともに、
前記復号器は、
受け取った前記重み係数に対する符号に対応する重み係数の値を前記係数符号帳より取り出して、該重み係数を用いて現在の量子化値を決定することを特徴とする請求項 1 記載の音声パラメータの符号化方法および復号方法。

【請求項 3】 前記符号器は、
音声进行分析して得られたパラメータを複数フレーム分まとめてフレーム群として出力する出力手段と、
前記フレーム群の各フレームに対応するコードベクトルを蓄える第 3 の符号帳とを有し、
現在のフレーム群の各コードベクトルと過去のフレーム群において出力された各フレームのコードベクトルに、それぞれ重み係数を乗算して加え合わせたベクトル群によって、現在のフレーム群の量子化値群を表現し、
現在のフレーム群の音声进行分析して得られたパラメータと前記量子化値群との歪みが最小または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記第 3 の符号帳から現在のフレーム群の各フレームに対するコードベクトルを選択し、前記選択されたコードベクトルの各符号を出力するとともに、
復号器は、
受け取った各符号に対応する各コードベクトルを各符号帳より出力し、該各コードベクトルと過去のフレーム群において出力された各コードベクトルに、それぞれ重み係数を乗算して加え合わせたベクトル群を現在のフレーム群の量子化値群として出力することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の音声パラメータの符号化方法および復号方法。

【請求項 4】 音声スペクトル包絡特性を表す線形予測パラメータまたはパワーのパラメータを、フレームと呼ばれる一定時間間隔で算出し、所定のビット数で符号化する方法であって、
複数のコードベクトルを蓄えた符号帳を用い、
前記複数のコードベクトルと前記複数のコードベクトルに乗算される複数の重み係数とを用いて量子化値を再生し、
音声进行分析して得られたパラメータと前記量子化値との

歪みを計算し、
過去の 2 以上の複数フレームの各々において前記符号帳から出力された複数コードベクトルと現在のフレームのコードベクトルとに、それぞれのフレームに対応する異なる重み係数を乗算して加え合わせたベクトルによって、現在のフレームの量子化値を表現し、
前記計算によって得られた、前記量子化値と前記パラメータとの歪みが最小、または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記符号帳から現在のフレームのコードベクトルを選択し、前記選択されたコードベクトルの符号を出力することを特徴とする音声パラメータの符号化方法。

【請求項 5】 複数種類の重み係数の組が蓄えられた係数符号帳を用いるとともに、
音声进行分析して得られたパラメータと現在のフレームの量子化値との歪みが最小または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記符号帳の中から出力すべきコードベクトルと前記係数符号帳の重み係数とを選択し、各々の符号を出力することを特徴とする請求項 4 記載の音声パラメータの符号化方法。

【請求項 6】 音声进行分析して得られたパラメータを複数フレーム分まとめてフレーム群とし、
前記フレーム群の各フレームに対応するコードベクトルを蓄える第 3 の符号帳を用い、
現在のフレーム群の各コードベクトルと過去のフレーム群において出力された各フレームのコードベクトルに、それぞれ重み係数を乗算して加え合わせたベクトル群によって、現在のフレーム群の量子化値群を表現し、
現在のフレーム群の音声进行分析して得られたパラメータと前記量子化値群との歪みが最小または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記第 3 の符号帳から現在のフレーム群の各フレームに対するコードベクトルを選択し、前記選択されたコードベクトルの各符号を出力することを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載の音声パラメータの符号化方法。

【請求項 7】 受け取った符号から音声スペクトル包絡特性を表す線形予測パラメータまたはパワーのパラメータの量子化値をフレームと呼ばれる一定時間間隔で復号する方法であって、

複数のコードベクトルを蓄えた符号帳を用い、
前記符号帳に蓄えられる複数のコードベクトルの中から、受け取った符号に対応するコードベクトルを決定し、
決定された現在のフレームの前記コードベクトルと過去の 2 以上の複数フレームの各々において前記符号帳から出力された複数コードベクトルに、それぞれのフレームに対応する異なる重み係数を乗算して加え合わせたベクトルを現在のフレームの量子化値として出力することを特徴とする音声パラメータの復号方法。

【請求項 8】 複数種類の重み係数の組が蓄えられた係

数符号帳を用いるとともに、
受け取った重み係数に対する符号に対応する重み係数の値を前記係数符号帳より取り出して、該重み係数を用いて現在の量子化値を決定することを特徴とする請求項 7 記載の音声パラメータの復号方法。

【請求項 9】 受け取った各符号に対応する各コードベクトルを各符号帳より出力し、該各コードベクトルと過去のフレーム群において出力された各コードベクトルに、それぞれ重み係数を乗算して加え合わせたベクトル群を現在のフレーム群の量子化値群として出力することを特徴とする請求項 7 または請求項 8 記載の音声パラメータの復号方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、音声スペクトルの包絡特性を表す線形予測パラメータやパワーのパラメータを、符号帳を用いて、少ない情報量で高能率にデジタル符号化する音声パラメータの符号化方法および復号方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の音声符号化系において、音声スペクトル包絡特性を表す線形フィルタの係数は、線形予測分析をフレームと呼ばれる一定時間間隔で行って計算され、偏自己相関 (PARCOR) 係数や、線スペクトル対 (LSP) などのパラメータに変換、量子化されて、デジタル符号に変換された後、記憶、または伝送されていた。これらの方法の詳細は、例えば、古井貞熙著、「デジタル音声処理」(東海大学出版会)に記載されている。なお、上記線形フィルタの係数を更新する時間間隔(フレーム更新周期)は、一般に 10 ミリ秒から 20 ミリ秒程度に設定される。

【0003】こうして求められた線形予測パラメータは、1 フレーム分のパラメータの組を 1 つのベクトルとみなして、ベクトル量子化と呼ばれる方法で符号化すると高能率に符号化できることが知られている。ベクトル量子化の詳細は、例えば、上記文献の「デジタル音声処理」や、中田和男著、「音声の高能率符号化」(森北出版)に記載されている。このとき、隣合うフレームの各線形予測パラメータは相関が強いいため、相関を利用すると、より高能率に符号化できることが知られている。その代表的な方法として差分ベクトル量子化がある。この差分ベクトル量子化は、1 フレーム前の量子化値(ベクトル)と、現在のフレームのパラメータの値(ベクトル)の差分をベクトル量子化する方法である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した差分ベクトル量子化法は、高能率符号化方法として、有効な方法のひとつであるが、例えば、無線デジタル移动通信のように通信路の品質が悪い。このため、符号誤りが頻繁に生じる可能性がある用途に利用することは難し

い。なぜなら、伝送途中で符号誤りが生じると、符号誤りが生じたフレームの再生値が誤って復号され、その結果、符号化器と復号器の内部状態に食い違いが生じて、受信側で永久に品質の劣化が続く可能性があるからである。

【0005】また、蓄積型のメディアに利用する場合などでは、記憶した最初のフレームから必ず再生しなければならない、途中のフレーム(時間)から再生することはできないという問題がある。なお、差分ベクトル量子化に代表される、過去のフレームの量子化値を利用して現在のフレームの値を符号化する方法は、一般に自己回帰 (AR) 型の予測符号化と呼ばれる。

【0006】この発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、線形予測パラメータをフレーム間の相関を利用して高能率に符号化でき、伝送路において符号誤りが生じてもその誤りによる品質の劣化が後続する有限のフレームにしか影響しない音声パラメータの符号化方法および復号方法を提供することを目的としている。

【0007】

20 【課題を解決するための手段】請求項 1 記載の発明では、音声スペクトル包絡特性を表す線形予測パラメータまたはパワーのパラメータを、フレームと呼ばれる一定時間間隔で算出し、所定のビット数で符号化する方法であって、符号器は、複数のコードベクトルを蓄えた第 1 の符号帳と、前記複数のコードベクトルと前記複数のコードベクトルに乗算される複数の重み係数とを用いて量子化値を再生する再生手段と、音声を分析して得られたパラメータと前記量子化値との歪みを計算する計算手段とを有し、過去の 2 以上の複数フレームにおいて前記第 1 の符号帳から出力された 2 以上の複数コードベクトルと現在のフレームのコードベクトルとに、それぞれのフレームに対応する異なる重み係数を乗算して加え合わせたベクトルによって、現在のフレームの量子化値を表現し、前記計算手段によって得られた、前記量子化値と前記パラメータとの歪みが最小、または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記第 1 の符号帳から現在のフレームのコードベクトルを選択し、前記選択されたコードベクトルの符号を出力するとともに、復号器は、複数のコードベクトルを蓄えた第 2 の符号帳を有し、前記第 2 の符号帳に蓄えられる複数のコードベクトルの中から、受け取った前記符号に対応するコードベクトルを出力し、出力された現在のフレームの前記コードベクトルと過去の 2 以上の複数フレームにおいて前記第 2 の符号帳から出力された 2 以上の複数コードベクトルに、それぞれのフレームに対応する異なる重み係数を乗算して加え合わせたベクトルを現在のフレームの量子化値として出力することを特徴とする。

50 【0008】また、請求項 2 記載の発明では、前記符号器は、複数種類の重み係数の組が蓄えられた係数符号帳を備えるとともに、音声を分析して得られたパラメータ

と現在のフレームの量子化値との歪みが最小または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記第 1 の符号帳の中から出力すべきコードベクトルと前記係数符号帳の重み係数とを選択し、各々の符号を出力するとともに、前記復号器は、受け取った前記重み係数に対する符号に対応する重み係数の値を前記係数符号帳より取り出して、該重み係数を用いて現在の量子化値を決定することを特徴とする請求項 1 記載の音声パラメータの符号化方法および復号方法。

【0009】また、請求項 3 記載の発明では、前記符号器は、音声进行分析して得られたパラメータを複数フレーム分まとめてフレーム群として出力する出力手段と、前記フレーム群の各フレームに対応するコードベクトルを蓄える第 3 の符号帳とを有し、現在のフレーム群の各コードベクトルと過去のフレーム群において出力された各フレームのコードベクトルに、それぞれ重み係数を乗算して加え合わせたベクトル群によって、現在のフレーム群の量子化値群を表現し、現在のフレーム群の音声进行分析して得られたパラメータと前記量子化値群との歪みが最小または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記第 3 の符号帳から現在のフレーム群の各フレームに対するコードベクトルを選択し、前記選択されたコードベクトルの各符号を出力するとともに、復号器は、受け取った各符号に対応する各コードベクトルを各符号帳より出力し、該各コードベクトルと過去のフレーム群において出力された各コードベクトルに、それぞれ重み係数を乗算して加え合わせたベクトル群を現在のフレーム群の量子化値群として出力することを特徴とする。また、請求項 4 記載の発明では、音声スペクトル包絡特性を表す線形予測パラメータまたはパワーのパラメータを、フレームと呼ばれる一定時間間隔で算出し、所定のビット数で符号化する方法であって、複数のコードベクトルを蓄えた符号帳を用い、前記複数のコードベクトルと前記複数のコードベクトルに乗算される複数の重み係数とを用いて量子化値を再生し、音声进行分析して得られたパラメータと前記量子化値との歪みを計算し、過去の 2 以上の複数フレームの各々において前記符号帳から出力された複数コードベクトルと現在のフレームのコードベクトルとに、それぞれのフレームに対応する異なる重み係数を乗算して加え合わせたベクトル群によって、現在のフレームの量子化値を表現し、前記計算によって得られた、前記量子化値と前記パラメータとの歪みが最小、または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記符号帳から現在のフレームのコードベクトルを選択し、前記選択されたコードベクトルの符号を出力することを特徴とする。また、請求項 5 記載の発明では、複数種類の重み係数の組が蓄えられた係数符号帳を用いるとともに、音声进行分析して得られたパラメータと現在のフレームの量子化値との歪みが最小または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記符号帳の中から出力すべきコードベク

トルと前記係数符号帳の重み係数とを選択し、各々の符号を出力することを特徴とする。また、請求項 6 記載の発明では、音声进行分析して得られたパラメータを複数フレーム分まとめてフレーム群とし、前記フレーム群の各フレームに対応するコードベクトルを蓄える第 3 の符号帳を用い、現在のフレーム群の各コードベクトルと過去のフレーム群において出力された各フレームのコードベクトルに、それぞれ重み係数を乗算して加え合わせたベクトル群によって、現在のフレーム群の量子化値群を表現し、現在のフレーム群の音声进行分析して得られたパラメータと前記量子化値群との歪みが最小または十分最小に近くなるような基準を用いて、前記第 3 の符号帳から現在のフレーム群の各フレームに対するコードベクトルを選択し、前記選択されたコードベクトルの各符号を出力することを特徴とする。また、請求項 7 記載の発明では、受け取った符号から音声スペクトル包絡特性を表す線形予測パラメータまたはパワーのパラメータの量子化値をフレームと呼ばれる一定時間間隔で復号する方法であって、複数のコードベクトルを蓄えた符号帳を用い、前記符号帳に蓄えられる複数のコードベクトルの中から、受け取った符号に対応するコードベクトルを決定し、決定された現在のフレームの前記コードベクトルと過去の 2 以上の複数フレームの各々において前記符号帳から出力された複数コードベクトルに、それぞれのフレームに対応する異なる重み係数を乗算して加え合わせたベクトルを現在のフレームの量子化値として出力することを特徴とする。また、請求項 8 記載の発明では、複数種類の重み係数の組が蓄えられた係数符号帳を用いるとともに、受け取った重み係数に対する符号に対応する重み係数の値を前記係数符号帳より取り出して、該重み係数を用いて現在の量子化値を決定することを特徴とする。また、請求項 9 記載の発明では、受け取った各符号に対応する各コードベクトルを各符号帳より出力し、該各コードベクトルと過去のフレーム群において出力された各コードベクトルに、それぞれ重み係数を乗算して加え合わせたベクトル群を現在のフレーム群の量子化値群として出力することを特徴とする。

【0010】

【作用】請求項 1 ないし 9 記載の発明によれば、現在のフレームの量子化値は、過去の 2 以上の複数フレームにおける 2 以上の複数の出力コードベクトルと、現在のフレームの出力コードベクトルの重み付き和で表現される。過去の 2 以上の複数フレームとは、1 フレーム前より M フレーム前までをさす。ここで、M が大きいほど符号化の能率は高い。しかし、符号誤りが生じたときの影響は M フレーム後まで及ぶほか、符号化して蓄積した音声途中から再生する場合にも、M フレーム過去に遡る必要があるため、M は必要に応じて適切に選択される。符号化に際して、現在のフレームにおける出力コードベクトルは、過去の 2 以上の複数フレームにおける 2 以上

の複数の出力コードベクトルの重み付き和に符号帳から取り出したコードベクトルに現在のフレームの重み係数を乗じて加えたベクトルと、現在のフレーム群の音声を分析して得られた線形予測パラメータとの歪みが最小になるように、符号帳から選択される。各フレームのコードベクトルに乗ずる複数の異なる重み係数の値は、一組に固定してもよいし、複数組用意して、歪みが最小になる係数の組を選択してもよい。また、音声を分析して得られた線形予測パラメータをバッファリングして数フレームをまとめ、数フレーム分の歪みが最小になるように数フレーム分の出力コードベクトルを符号帳から選択すると、更に符号化の能率が高い。したがって、線形予測パラメータは、フレーム間の相関を用いて高能率に符号化されるうえ、符号誤りが生じても後続する有限のMフレームまでしか影響が及ばず、蓄積された音声の任意の時刻から再生できるという特徴を持った符号化を実現することができる。

【0011】

【実施例】次に図面を参照してこの発明の実施例について説明する。図1は、この発明による音声の線形予測パラメータ符号化法を適用した、一実施例の符号化装置の構成例を示すブロック図である。図において、入力端子1からは、標準化されデジタル化された音声信号 $s(t)$ が入力される。ここで、 t は標準化周期を単位とする時刻を表す。線形予測分析部2では、音声信号 $s(t)$ の N_w 個のサンプルをいったんデータバッファに蓄えた後、これらのサンプルに対して線形予測分析を行って、一組の線形予測係数

【数1】

$$a_i(n), (i = 1, 2, \dots, p)$$

を算出する。ここで、 p は分析次数と呼ばれ、一般には $10 \sim 16$ 程度の値が用いられる。また、上記 N_w サンプルの単位は分析窓長またはフレーム窓長と呼ばれる。線形予測分析は、データバッファのデータを N_f サンプルずつシフトし、更新しながら線形予測分析を繰り返す。このときの N_f はフレーム更新周期または単にフレーム長と呼ばれる。この結果、 N_f 個の入力サンプルに対して p 個の線形予測係数が出力される。ここでは、線形予測係数の時刻を表す単位として、 N_f 個のサンプル

$$q(n) = (q_1(n), q_2(n), \dots, q_p(n))$$

は、

【数6】

$$q_i(n) = c_{0i} x_i(n) + \sum_{j=1}^M c_{ji} x_i(n-j)$$

$i=1, 2, \dots, p$

で表される。ただし、

i 次の線形予測係数 $a_i(n)$ ）」と呼ぶことにする。これらの処理方法の詳細は、前述の古井の著書に記載されている。

【0012】線スペクトル対算出部3では、 p 個の線形予測係数を同じく p 個の線スペクトル対、

【数2】

$$f_i(n), (i = 1, 2, \dots, p)$$

に変換する。ここでは、上記 p 個のパラメータをベクトルとみなして

【数3】

$$f(n) = (f_1(n), f_2(n), \dots, f_p(n))$$

と表す。この実施例において線形予測係数を線スペクトル対に変換するのは、線スペクトル対の性質が、この発明における方法の効果を大きくできるためである。この発明において、線スペクトル対算出部3は必ずしも必要ではなく、線形予測係数のままでも、偏自己相関係数など、線形予測係数と相互変換が可能な任意のパラメータに変換してもよい。

【0013】符号帳4は、 L_v 個のコードベクトルを蓄え、その中のひとつを量子化値再生部5に送る。量子化値再生部5は、バッファ部6-1、6-2、6-3、ベクトル乗算部7-0、7-1、7-2、7-3、およびベクトル加算部8-0、8-1、8-2からなり、バッファ部6-1、6-2、6-3に蓄えられた過去のフレームのコードベクトルと、入力された現在のフレームのコードベクトルの重み付き和を計算して、量子化値(の候補)を再生する部分である。ベクトル乗算部7-0、7-1、7-2、7-3はベクトルの各要素毎の積を要素とするベクトルを出力する。現在のフレームのコードベクトル(の候補)を

【数4】

$$x(n) = (x_1(n), x_2(n), \dots, x_p(n))$$

とおき、同様にして1フレーム前のコードベクトルを $x(n-1)$ 、2フレーム前のコードベクトルを $x(n-2)$ 、 j フレーム前のコードベクトルを $x(n-j)$ とおくと、現在のフレームの量子化値のベクトル

【数5】

【数7】

$$c_j = (c_{j1}, c_{j2}, \dots, c_{jp})$$

は j フレーム前のコードベクトルに乗ずる重み係数ベクトルで、あらかじめ決められた値である。重み係数は行列

【数8】

る。端子 2 5 からは、線形予測係数の再生値が出力される。

【0017】図 3 は、図 1 において、各コードベクトルに乗ずる重み係数ベクトルのセットを複数組係数符号帳 3 9 に用意して、歪みが最小になる係数を選択する一構成例である。図 1 においては、各コードベクトルに乗ずる重み係数ベクトルの値 C_0 、 C_1 、 C_2 、 C_3 は固定であったが、図 3 においては、係数符号帳は L_c 組の係数ベクトルセットを蓄え、各係数をベクトル乗算部 3 6 - 0、3 6 - 1、3 6 - 2、3 6 - 3 に送る。現在のフレームのコードベクトル $x(n)$ とバッファ部 3 5 - 1、3 5 - 2、3 5 - 3 に蓄えられた j フレーム前のコードベクトル $x(n-j)$ 、 $j = 1, 2, 3$ は、それぞれベクトル乗算部 3 6 - 1、3 6 - 2、3 6 - 3 において、重み係数ベクトル $C_j(n)$ 、 $j = 1, 2, 3$ と各要素同士が乗じられた後、ベクトル加算部 3 7 - 0、3 7 - 1、3 7 - 3 において加算され、現在のフレームの量子化値 (の候補) ベクトル $q(n)$ として出力される。歪み計算部 3 8 では、現在の線スペクトル対 $f(n)$ と $q(n)$ との歪み d を計算し、符号帳検索制御部 4 0 において、歪み d が最小となるようなコードベクトルの符号と係数符号を検索し、それぞれ符号帳 3 4 と係数符号帳 3 9 に送る。

【0018】図 4 は、図 3 における符号帳 3 4 を符号帳 5 4 と符号帳 5 5 に分割し、多段ベクトル量子化法を適用した例の構成を示すブロック図である。多段ベクトル量子化を適用する理由は、割り当てビットの増加とともに指数関数的に増加する符号帳を記憶するためのメモリサイズと、符号帳を検索するための演算量を低減するためである。上記符号帳 5 4 と符号帳 5 5 から、それぞれ 1 段目のコードベクトル (の候補) $e^{(1)}(n)$ と 2 段目のコードベクトル (の候補) $e^{(2)}(n)$ が出力され、ベクトル加算部 5 6 で加算されて、下記に示す現在のフレームのコードベクトル (の候補) $x(n)$ が構成される。

$$x(n) = e^{(1)}(n) + e^{(2)}(n)$$

【0019】量子化値再生部 6 6 は、入力された $x(n)$ と、バッファに蓄えられた過去のコードベクトルから量子化値 (の候補) ベクトル $q(n)$ を計算する。歪み計算部 6 0 では $f(n)$ と $q(n)$ との歪み d を計算し、符号帳検索制御部 6 1 において、歪み d が最小となるような 1 段目のコードベクトルの符号 1 と 2 段目のコードベクトルの符号 2 と係数符号を検索し、それぞれの符号帳に送るとともに伝送路に送出、または記憶装置に記憶する。このとき、歪み d を最小にするような符号 C_1 、符号 C_2 、および係数符号の最適な組合せを検索するためには、各符号帳のサイズを、それぞれ L_{v_1} 、 L_{v_2} 、 L_c とすると、 $L_{v_1} \times L_{v_2} \times L_c$ 回の距離計算と比較が必要になり、各サイズが大きくなると莫大な演算コストを必要とする。そこで、まず、

$$x(n) = e^{(1)}(n)$$

として $q(n)$ を計算し、歪み d が小さい順に符号 C_1 のコードの候補を N_{v_1} 個残し、それぞれの候補について、

$$x(n) = e^{(1)}(n) + e^{(2)}(n)$$

として $q(n)$ を計算し、歪み d が最小になるような符号 C_1 と符号 C_2 を検索する。このように、途中の段階で候補を残し (絞り) ながら、全体として十分最適とみなせるコードベクトルを探索する方法は、一般に、ディレイドディシジョンと呼ばれている。係数符号帳のサイズが小さい場合には、各係数セット毎に最適なコードベクトルを求めて、歪みが最も小さいときの係数セットとコードベクトルの組を出力してもよいし、係数セットの探索も含めてディレイドディシジョンを適用してもよい。係数セットも含めてディレイドディシジョンを適用する場合には、第 1 段目の探索で係数セットと 1 段目のコードベクトルの直積空間のなかから、歪み d が小さい順に N_{v_1} 個に候補を絞り 2 段目に渡す。

【0020】上述した図 4 は 2 段の多段ベクトル量子化法を適用した構成例であるが、符号帳の数を H 個にして H 段の多段ベクトル量子化法に容易に拡張できる。このときの符号帳検索方法は、2 段のときと同様にして、各段で候補を絞り、それぞれの候補について次段の候補を検索する手法を用いれば良い。リアルタイム処理をするためには、一般に各段の符号帳のサイズは 1 2 8 か 2 5 6 程度以下に設定される。上記実施例は、入力されるすべてのフレーム毎に量子化操作を行う例であるが、例えば、フレーム毎に入力されるベクトル $f(n)$ 、 $n = 1, 2, 3, \dots$

に対して、

$$n = r \times m, m = 1, 2, 3, \dots$$

$$f'(m) = f(n)$$

とおき、 m を単位として

$$f'(m)$$

に上記実施例を適用してもよい。すなわち、これは、 r フレームおきに量子化操作を行なうことを意味する。この場合、量子化操作を行わなかったフレームの再生値は、例えば、前後のフレームの再生値から線形補間などによって推定する。 r の値は、フレーム長の設定や用途毎の品質の要求条件により異なるが、例えば、フレーム長を 10 ミリ秒に設定した場合には、

$$r = 2$$

に設定するとよい。

【0021】次に、図 5 は r フレーム分のパラメータをバッファにいったん蓄え、 r フレーム分をひとまとめにして符号化する場合の一構成を示すブロック図である。 r フレーム分まとめて符号化すると、よりいっそう高効率な符号化を実現することができる。バッファに蓄えた r フレーム分のパラメータを

$$u(m, k) = f(rm + k), k = 0, 1, 2, \dots,$$

r - 1

$$u(m, k) = (u_1(m, k), u_2(m, k), \dots, u_p(m, k))$$

と、 $u(m, k)$ を「第 m フレーム第 k サブフレームのパラメータ」と呼ぶことにする。図 5 は $r = 2$ の場合の構成を示す例である。以下、 $r = 2$ として説明する。

【0022】線スペクトル対算出部 8 2 において算出された線スペクトル対パラメータは、パツファ部 8 3 において、2 サブフレーム分蓄えられ、2 サブフレーム分たまった時点で歪み計算部 9 8 に送られる。なお、符号帳は 2 系統用意する。図 5 では、2 段のベクトル量子化を適用しており、符号帳は 2 系統、各 2 段からなる。2 系統の符号帳は、同じものであってもよいが、別々に最適な符号帳を統計して用意したほうが性能はよい。符号帳 8 4 からはコードベクトル(の候補)

$$e^{(1)}(m, 1)$$

が出力され、符号帳 8 5 からはコードベクトル(の候補)

$$e^{(2)}(m, 1)$$

が出力され、これらがベクトル加算部 8 8 において加算され、コードベクトル(の候補)

$$x(m, 1) = e^{(1)}(m, 1) + e^{(2)}(m, 1) \quad *$$

$$q_i^{(h)}(m, k) = c_{0i}^{(h)}(m, k) x_i(m, h) + \sum_{j=1}^M c_{ji}^{(h)}(m, k) x_i(m-j, h)$$

$$i=1, 2, \dots, p$$

$$k=1, 2$$

$$h=1, 2$$

が出力される。各コードベクトルにかける重み係数ベクトル

$$c_j^{(h)}(m, k), k = 1, 2 \quad h = 1, 2 \quad j = 1, 2, \dots, M$$

は、係数符号帳より供給され、係数符号帳 9 3 は、一次量子化値再生部 9 0 および 9 2 に、係数符号帳 9 7 は一次量子化値再生部 9 4 および 9 6 に係数を供給する。一次量子化値再生部 9 0 の出力 $q^{(1)}(m, 1)$ と一次量子化値再生部 9 2 の出力 $q^{(2)}(m, 1)$ はベクトル加算部 9 1 において加算され、第 1 サブフレーム量子化値(の候補)として

$$q(m, 1) = q^{(1)}(m, 1) + q^{(2)}(m, 1)$$

が得られる。

【0024】一方、一次量子化値再生部 9 4 の出力 $q^{(1)}(m, 2)$ と一次量子化値再生部 9 6 の出力 $q^{(2)}(m, 2)$ はベクトル加算部 9 5 において加算され、第 2 サブフレーム量子化値(の候補)として

$$q(m, 2) = q^{(1)}(m, 2) + q^{(2)}(m, 2)$$

が得られる。 $q(m, 1)$ と $q(m, 2)$ は歪み計算部 9 8 に送られ、入力パラメータ $u(m, 1)$ と $u(m,$

* が得られる。同様にして、符号帳 8 6 からはコードベクトル(の候補)

$$e^{(1)}(m, 2)$$

が、符号帳 8 7 からはコードベクトル(の候補)

$$e^{(2)}(m, 2)$$

が出力され、これらがベクトル加算部 8 9 において加算され、コードベクトル(の候補)

$$x(m, 2) = e^{(1)}(m, 2) + e^{(2)}(m, 2)$$

が得られる。 $x(m, 1)$ は一次量子化値再生部 9 0 および 9 4 に送られ、 $x(m, 2)$ は一次量子化値再生部 9 2 および 9 6 に送られる。

【0023】次に、図 6 は一次量子化値再生部の一構成を示すブロック図である。なお、図 6 は前出の移動平均予測の次数 M が 2 のときの例である。一次量子化値再生部は、パツファ部 1 0 0 - 1、1 0 0 - 2、ベクトル乗算部 1 0 1 - 0、1 0 1 - 1、1 0 1 - 2、およびベクトル加算部 1 0 2 - 0、1 0 2 - 1 からなり、入力されたコードベクトル(の候補)

$$x(m, k), k = 1, 2$$

と、パツファに蓄えられた j フレーム前のコードベクトルとの重み付き和が計算されて、一次量子化値

【数 1 6】

2) との歪み d を計算する。歪み尺度は、例えば、次のように定義するとよい。

【数 1 7】

$$d(1) = \sum_{i=1}^D w_i(m, 1) \{u_i(m, 1) - q_i(m, 1)\}^2$$

$$d(2) = \sum_{i=1}^D w_i(m, 2) \{u_i(m, 2) - q_i(m, 2)\}^2$$

$$d = d(1) + d(2) \dots \dots \dots (* 1)$$

ただし、 $w_i(m, 1)$ 、 $w_i(m, 2)$ はそれぞれ $u(m, 1)$ 、 $u(m, 2)$ より計算される重み関数で、前述のようにスペクトルのピーク周波数付近を重視するように決めると性能がよい。符号帳検索制御部 9 9 は、歪み d を受け取り、該歪み d が最小となるような符号 C 1 1、符号 C 1 2、符号 C 2 1、符号 C 2 2 と係数符号を探索し出力する。図 5 では、ひとつの係数符号を係数符号帳 9 3 と係数符号帳 9 7 に与えているが、係数符号のために 2 ビット以上が割り当てられるときは、別々の符号にしてもよい。しかし、係数符号は 1 ビット、すな

10

20

40

50

わち係数セットは2種類の切り替えとしても十分にこの発明の効果が発揮される。また、図5の構成例においても、歪み d を最小にする各符号を探索することは、符号帳のサイズが大きい場合には、演算コストの点から容易ではない。そのような場合のアルゴリズムの簡略例を以下に説明する。

【0025】第1の簡略例は、第1サブフレーム、第2サブフレームの順に順次候補を残しながら探索する方法である。まず、

$$e^{(2)}(m, 1) = e^{(1)}(m, 2) = e^{(2)}(m, 2) = 0$$

と仮定し、 $e^{(1)}(m, 1)$ を探索して、歪み $d(1)$ が小さい順に $N_{v_1}(1)$ 個の候補に絞る。次に、

$$e^{(1)}(m, 2) = e^{(2)}(m, 2) = 0$$

として、上記 $e^{(2)}(m, 1)$ を探索し、 $d(1)$ が小さい順位 $N_{v_2}(1)$ 個に候補を絞る。次に、

$$e^{(2)}(m, 2) = 0$$

として、 $e^{(1)}(m, 2)$ を探索し、

$$d = d(1) + d(2)$$

が小さい順に $N_{v_1}(2)$ 個に候補を絞り、最後に $e^{(2)}(m, 2)$ を探索して歪み d が最小になる符号を検索する。このとき、重み係数ベクトル $c_o^{(2)}(m, 1)$ は常に0であると仮定して探索を行うと、更にアルゴリズムが簡略化される。

【0026】次に、第2の簡略例は、第2サブフレーム、第1サブフレームの順に順次候補を残しながら探索する方法である。まず、

$$e^{(2)}(m, 2) = e^{(1)}(m, 1) = e^{(2)}(m, 1) = 0$$

と仮定し、 $e^{(1)}(m, 2)$ を探索して、歪み $d(2)$ が小さい順に $N_{v_1}(2)$ 個の候補に絞る。次に、

$$e^{(1)}(m, 1) = e^{(2)}(m, 1) = 0$$

として、 $e^{(2)}(m, 2)$ を探索し、歪み $d(2)$ が小さい順に $N_{v_2}(2)$ 個に候補を絞る。次に、

$$e^{(2)}(m, 1) = 0$$

として、 $e^{(1)}(m, 1)$ を探索し、

$$d = d(1) + d(2)$$

が小さい順に $N_{v_1}(1)$ 個に候補を絞り、最後に、 $e^{(2)}(m, 1)$ を探索して歪み d が最小になる符号を検索する。このとき、重み係数ベクトル $c_o^{(1)}(m, 2)$ が常に0であると仮定して探索を行うと、更にアルゴリズムが簡略化される。なお、第1サブフレーム、第2サブフレームの順に探索する場合と、第2サブフレーム、第1サブフレームの順に探索する場合とでは、第2サブフレームを先に探索する場合のほうが高能率であることが多い。

【0027】また、各段における候補の数は、その数が多いほど、最適に近い検索を行うことができる。しかし、一般に演算コストは、ディレイドディジション候補数の2乗に比例して増大するため、ハードウェアの性能と必要な性能の条件を考慮して決定される。4~8個の候補でかなり最適に近い結果が得られる。また、 r フレーム分をひとまとめにして符号化する場合にも、前述のように、1フレーム(サブフレーム)おきに符号化操作を行い、符号化操作を行わなかったフレーム(サブフレーム)については、前後のフレームの再生値から線形補間等によって推定してもよい。このとき、線形補間を行なうことを前提として、線形補間により推定したフレームも含めて距離尺度を定義すると、補間により推定したフレームの歪みを小さく抑えることができる。

【0028】また、デジタル移動通信のように、通信路の品質が悪く、頻繁に符号誤りが生じる場合には、符号誤りを考慮して符号化をすると、符号誤りが生じても品質の劣化を少なく抑えることができる。次に、例えば、図5に示すように、 r フレーム分のパラメータをバッファにいったん蓄え、 r フレーム分をひとまとめにして符号化する方法において、符号誤りを考慮して距離尺度を決める例について説明する。ここで、符号 i_1 、 i_2 、 i_3 、 i_4 をそれぞれ第1サブフレーム1段目のベクトルのインデックス、第1サブフレーム2段目のベクトルのインデックス、第2サブフレーム1段目のインデックス、第2サブフレーム2段目のインデックスとする。現在のフレームのコードベクトルが、 i_1 、 i_2 、 i_3 、 i_4 をインデックスとするベクトルから構成されるときの前述した数式17の(*1)式に対応する距離尺度(符号誤りを考慮しない場合)を、

$$d(i_1, i_2, i_3, i_4)$$

で表す。インデックス i_1 を伝送したときに、受信側で i_1' が受信される確率を

$$p(i_1' | i_1)$$

と表す。同様に、インデックス i_2 を伝送したときに、受信側で i_2' が受信される確率を、

$$p(i_2' | i_2)$$

と表す。

【0029】さらに、インデックス i_3 を伝送したときに、受信側で i_3' が受信される確率を、

$$p(i_3' | i_3)$$

と表す。また、インデックス i_4 を伝送したときに、受信側で i_4' が受信される確率を、

$$p(i_4' | i_4)$$

で表し、次式のような符号誤りを考慮した距離尺度を【数18】

$$d^*(i_1, i_2, i_3, i_4)$$

$$= \sum_{i_1'} \sum_{i_2'} \sum_{i_3'} \sum_{i_4'} p(i_1' | i_1) p(i_2' | i_2) p(i_3' | i_3) p(i_4' | i_4) d(i_1', i_2', i_3', i_4')$$

と定義して、 $d(i_1, i_2, i_3, i_4)$ のかわりに $d^*(i_1, i_2, i_3, i_4)$ を距離尺度として符号化を行う。上記 $d^*(i_1, i_2, i_3, i_4)$ は、符号誤りがある場合の、受信側における距離の平均値を表す。上記 $d^*(i_1, i_2, i_3, i_4)$ の値の計算は、式を展開し

10

ームに乗ずる重みの値を相対的に小さくするか、または符号誤りが存在しないとみなせるフレームの出力コードベクトルを用いて、量子化値（再生値）を求めるとよい。図5に示す実施例においては、過去のフレームにおいて符号帳から出力された各サブフレームのコードベクトルと現在のフレームの各サブフレームのコードベクトルにそれぞれ重みを乗算し、加え合わせたベクトル群によって現在のフレームの各サブフレームの量子化値ベクトルを表現しているが、例えば、

【数19】

$$q_i(m, 2) = c_{0i}^{(2)}(m, 2) x_i(m, 2) + \sum_{h=1}^2 \sum_{j=1}^M \{c_{ji}^{(h)}(m, 2) x_j(m-j, h)\}$$

$i=1, 2, \dots, p$

として、第2サブフレームを量子化し、

【数20】

$$q_i(m, 1) = (q_i(m-1, 2) + q_i(m, 2)) / 2 + c_{0i}^{(1)}(m, 1) x_i(m, 1)$$

$i=1, 2, \dots, p$

のように、第1サブフレームを前フレームとの線形補間の誤差として量子化する方法は、この発明の重み係数ベクトルを適当に設定することにより実現できる。なお、上述した実施例における各構成要素は、論理回路の組み合わせとして実現してもよいし、マイクロプログラムの

30

【図4】図3に示す構成例において、ベクトル符号帳に多段ベクトル量子化法を適用した実施例の構成を示すブロック図である。

【図5】図4に示す構成例において、複数フレームをまとめて符号化する方法の実施例の構成を示すブロック図である。

【図6】図5の構成例の一次量子化部の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 4 第1の符号帳（符号帳）
- 5 量子化値再生部（再生手段）
- 9 歪み計算部（計算手段）
- 20 符号帳（第2の符号帳）
- 39 係数符号帳
- 83 バッファ部（出力手段）
- 84～87 符号帳（第3の符号帳）
- C11, C12, C21, C22 符号
- $c_1, c_2, c_3, c_0(n), c_1(n), c_2(n), c_3(n)$ 重み係数
- $c_1^{(1)}(m, 1), c_1^{(2)}(m, 1), c_2^{(1)}(m, 1), c_2^{(2)}(m, 1)$ 重み係数
- $c_1^{(1)}(m, 2), c_1^{(2)}(m, 2), c_2^{(1)}(m, 2), c_2^{(2)}(m, 2)$ 重み係数
- d 歪み
- $e^{(1)}(m, 1), e^{(2)}(m, 1), e^{(1)}(m, 2), e^{(2)}(m, 2)$ コードベクトル
- $q(n)$ ベクトル（量子化値）
- $q(m, 1), q(m, 2)$ 量子化値群
- $x(n)$ コードベクトル

【0031】

【発明の効果】以上述べたように、この発明では、現在のフレームのコードベクトルと、過去の2以上の複数のフレームにおいて出力（伝送）された2以上の複数のコードベクトルの重み付き和で現在のフレームの量子化値を表現することにより、線形予測パラメータをフレーム間の相関を利用して高能率に符号化できるほか、伝送路において符号誤りが生じてその誤りによる品質の劣化が後続する有限のフレームにしか影響しない、線形予測パラメータの符号化を実現することができる。

40

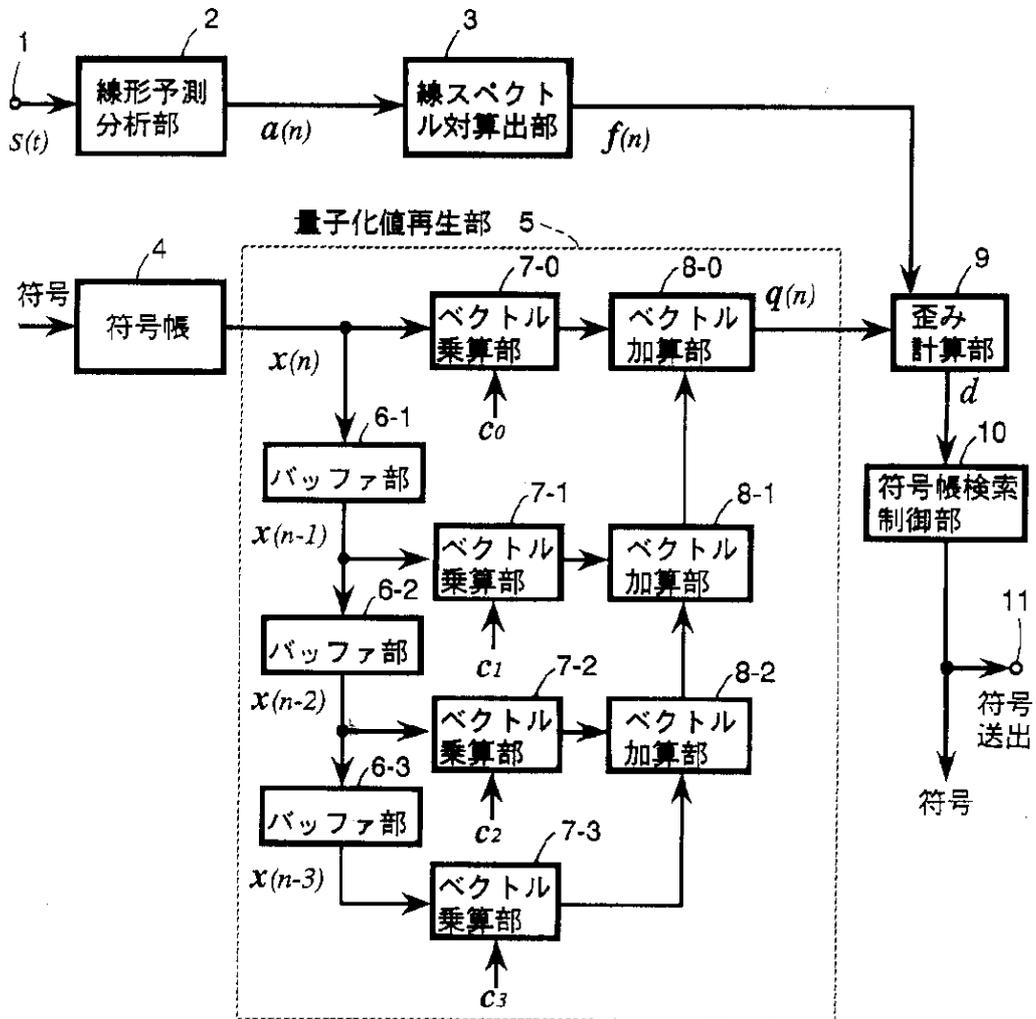
【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例の符号化器の構成を示すブロック図である。

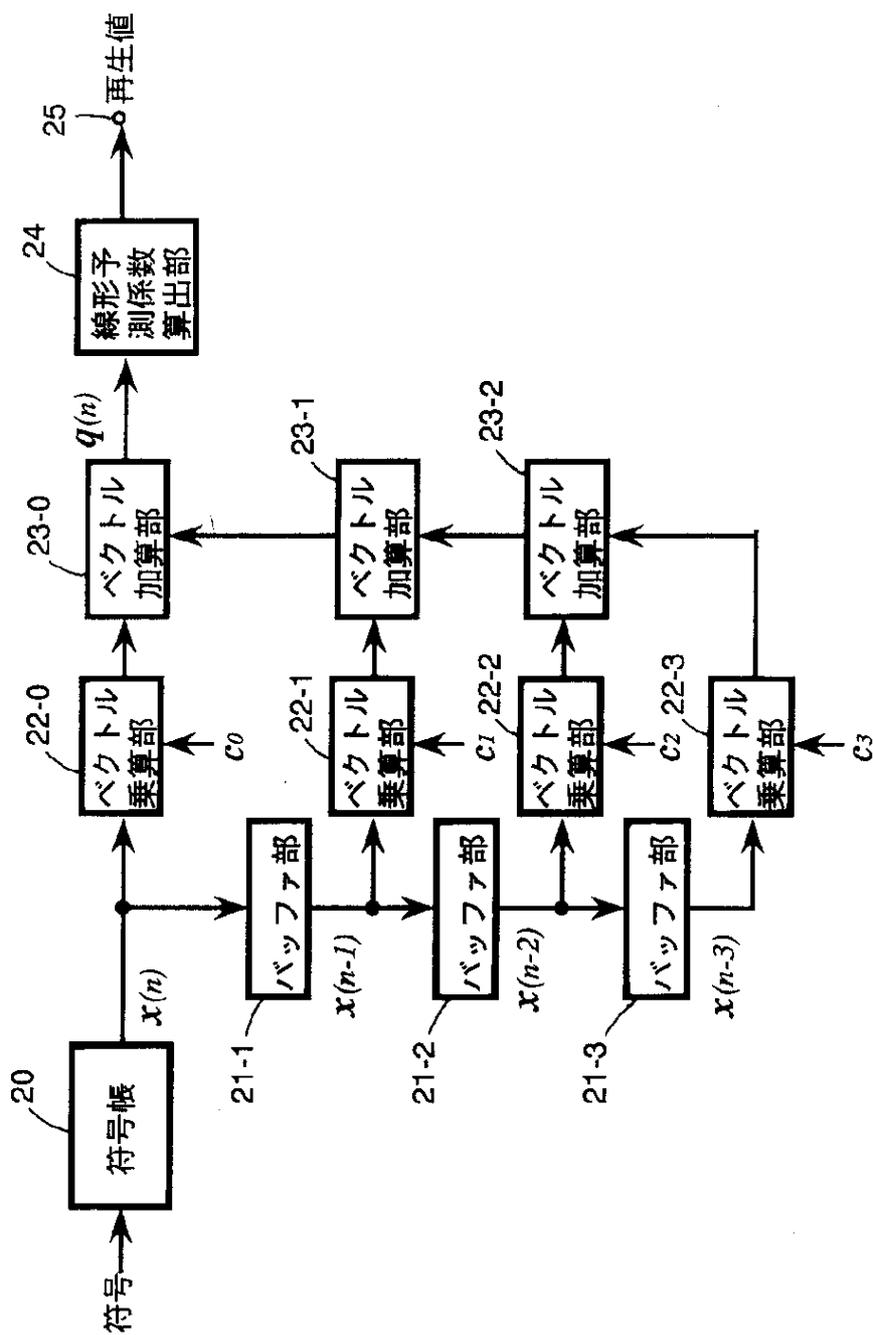
【図2】同実施例の復号器の構成を示すブロック図である。

【図3】図1に示す構成例において、乗算部の重み係数を複数組係数符号帳に蓄え、係数符号帳から係数のセットを供給する実施例の構成を示すブロック図である。

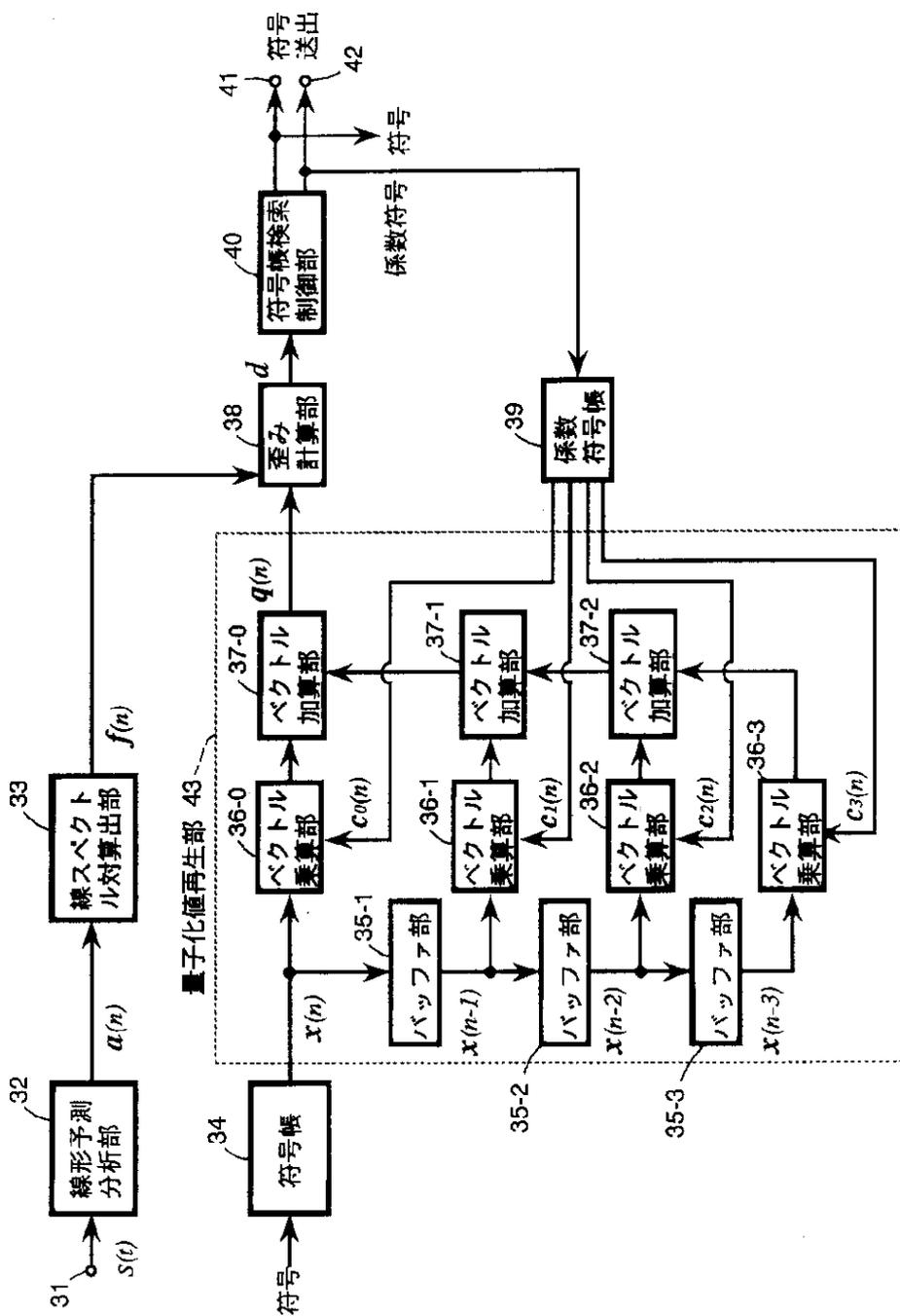
【図 1】



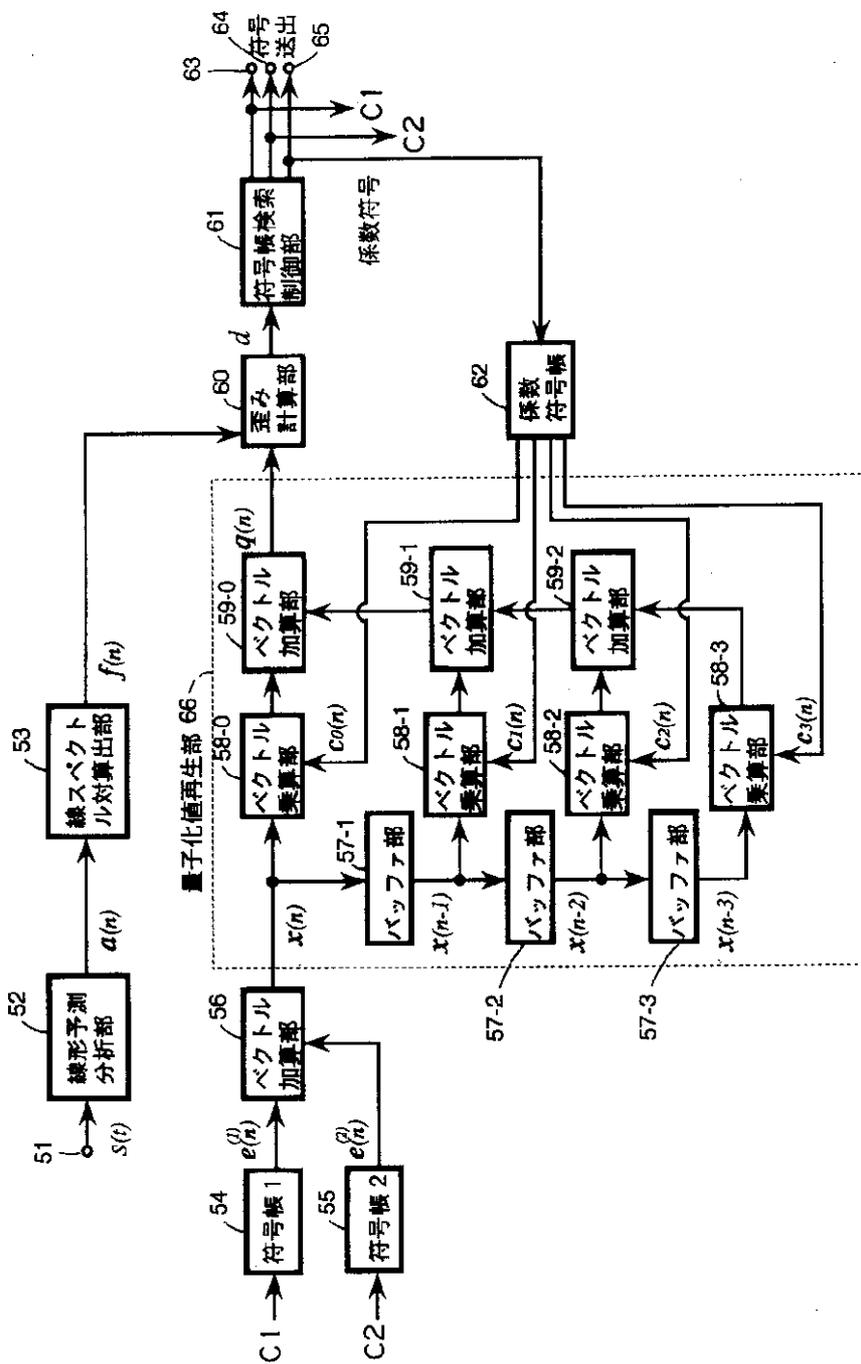
【図 2】



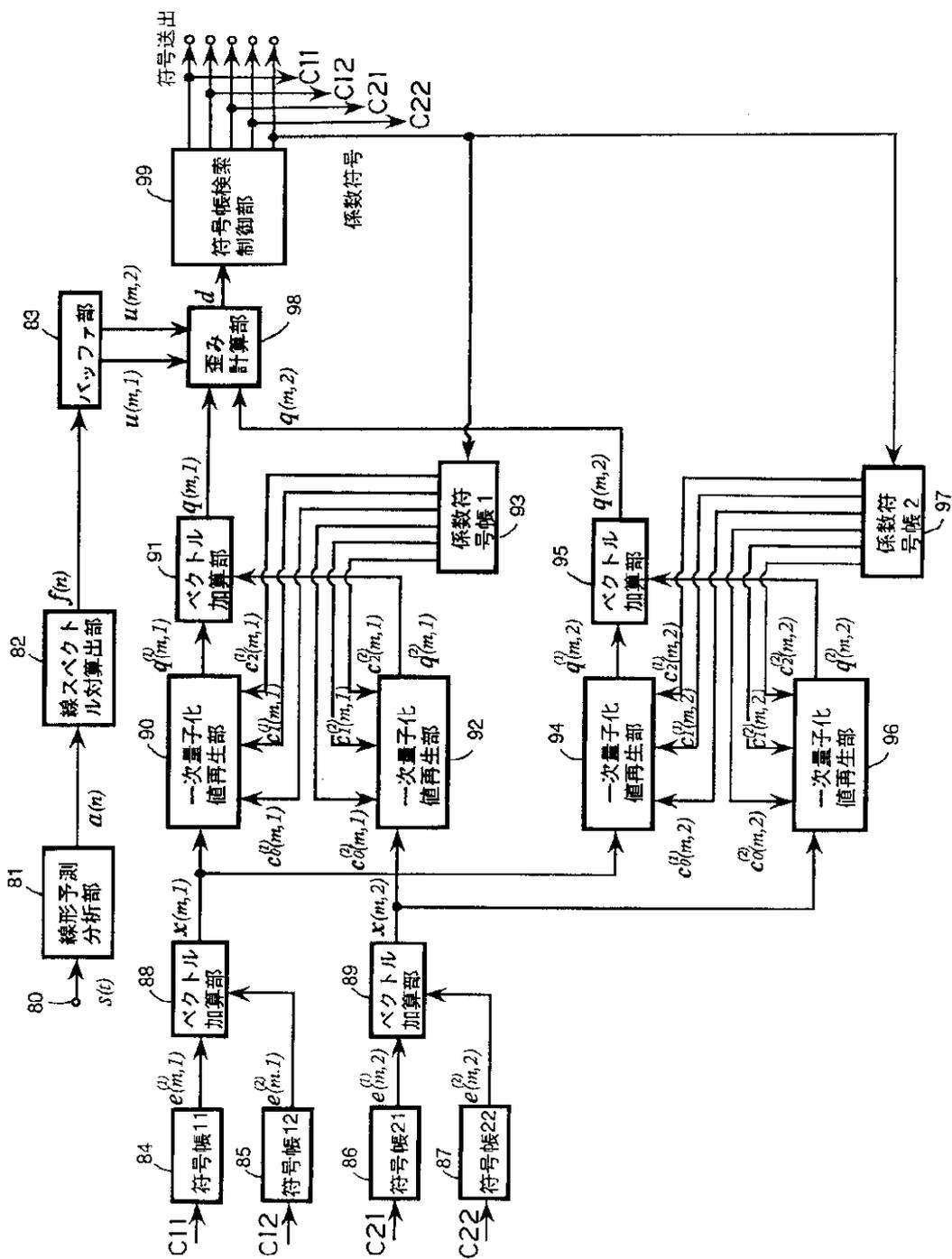
【図 3】



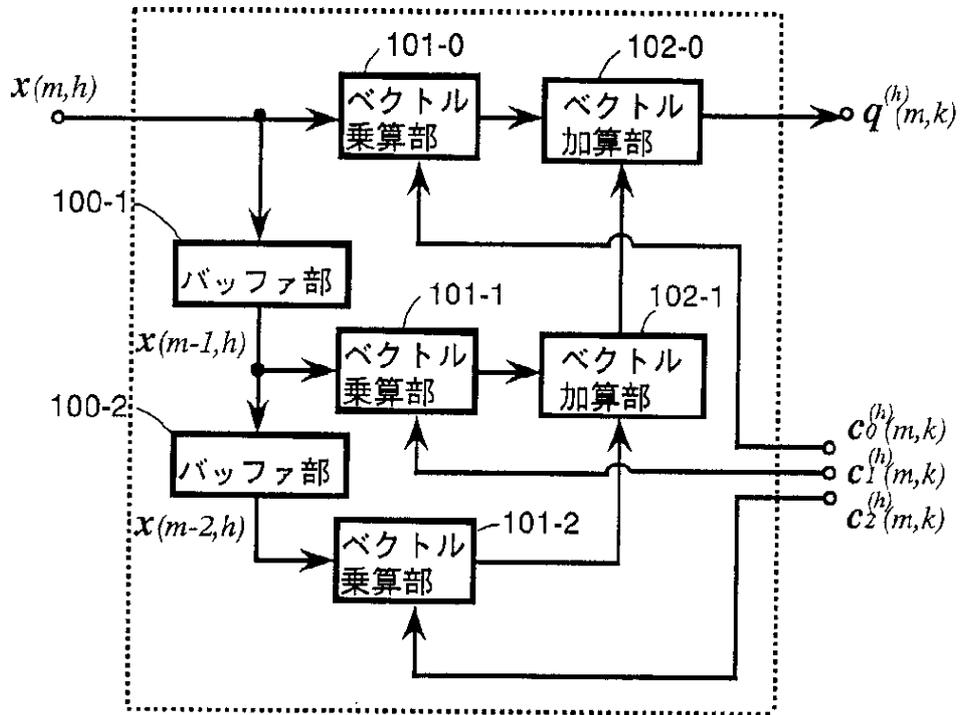
【図4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 三樹 聡
 東京都千代田区内幸町一丁目 1 番 6 号
 日本電信電話株式会社内

(56)参考文献 特開 平 1 - 187599 (J P , A)
 特開 平 3 - 243998 (J P , A)
 特開 平 4 - 73700 (J P , A)
 特開 平 4 - 171500 (J P , A)
 特開 平 4 - 298800 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. 7, D B 名)
 G10L 19/00 - 19/14
 H03M 7/30
 H04B 14/04