

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

第 2 5 4 9 0 1 6 号

(45)発行日 平成8年(1996)10月30日

(24)登録日 平成8年(1996)8月8日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 M	7/30	9382 - 5 K	H 0 3 M	7/30 B
G 0 6 T	9/00		G 1 0 L	9/18 E
G 1 0 L	9/18		H 0 3 M	13/00
H 0 3 M	13/00		H 0 4 B	14/04 D
H 0 4 B	14/04		G 0 6 F	15/66 3 3 0 F
請求項の数 1			(全 4 頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号 特願平2-283797
 (22)出願日 平成2年(1990)10月22日
 (65)公開番号 特開平4-170113
 (43)公開日 平成4年(1992)6月17日

(73)特許権者 999999999
 日本電信電話株式会社
 東京都新宿区西新宿3丁目19番2号
 (72)発明者 守谷 健弘
 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本
 電信電話株式会社内
 (72)発明者 ナム ファムド
 アメリカ合衆国 20877 メリーランド,
 ゲイザースバーグ ポプラウツド プレ
 エイス 602
 (74)代理人 弁理士 草野 卓

 審査官 東森 秀朋

 (56)参考文献 特開平1 - 205638 (J P , A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ベクトル量子化法

1

(57)【特許請求の範囲】
 【請求項 1】信号系列を複数のサンプルからなるベクトル単位で量子化し、1つの量子化段階の誤差を次段の量子化段階で量子化する多段ベクトル量子化方法において、上記各量子化段階の各符号帳を、それぞれ符号誤りを考慮した歪尺度で作成したことを特徴とするベクトル量子化法。
 【発明の詳細な説明】
 「産業上の利用分野」
 この発明は、信号系列を少ない情報量で伝送したり、記録するために用いられ、信号系列を複数サンプルからなるベクトル単位で量子化するベクトル量子化法に関するものである。
 「従来の技術」

2

ベクトル量子化は、音声波形、画像信号、分析したパラメータなどの信号系列を複数サンプルからなるベクトル単位で入力し、予め作成しておいた符号帳中の再生ベクトルの中から入力ベクトルに対する歪が最小となるベクトルを選択して、その番号を伝送符号又は記憶符号とする量子化法である。符号帳中の再生ベクトルを入力の際の統計的性質を反映させるように作成しておけば、サンプル毎のスカラ量子化より大幅に量子化歪を軽減できる。
 しかしながら、このベクトル量子化には実用上の2つの問題点がある。その一つは歪計算のための演算量や符号帳のメモリ量がビット数のべき乗のオーダーで増大することがある。2つめの問題は例えば伝送路で符号誤りが生じたときの歪が大きくなってしまふことである。
 ベクトル量子化の歪削減効果をできるだけ維持しつつ、演算量やメモリ量を削減する現実的な方法として、

ベクトル量子化とスカラ量子化、またはベクトル量子化を多段に縦続に接続する方法が知られている。

一方、伝送路符号誤りの影響を軽減させる方法として再生ベクトルと伝送路符号の対応付けを改善する手法や伝送路誤りを考慮した歪尺度で符号帳を作成しておく手法などがある。

「発明が解決しようとする課題」

しかしながら多段ベクトル量子化法では演算量やメモリ量を削減できるが、伝送路における符号誤りに弱く、符号誤りの影響を受け難いようにするためには冗長ビットを付加した誤り訂正符号とする必要があり、情報量が増加する。符号誤りを考慮した歪尺度で符号帳を作成する方法は符号誤りの影響を軽減できるが、演算量が多く、かつメモリ量も多い欠点がある。つまり従来は演算量の削減と伝送路符号誤りの影響の軽減との両方を満たすようなベクトル量子化法は知られていなかった。

この発明の目的は現実的な演算量の範囲内で、歪が小さく、符号誤りの影響の少ないベクトル量子化法を提供することにある。

「課題を解決するための手段」

この発明においては多段のベクトル量子化において、各量子化段階の符号帳を、符号誤りを考慮した歪尺度で作成する。この場合前の量子化段階の符号帳を後の量子化段階の符号帳に対し、作成時に考慮する符号誤り率を高くすることが好ましい。

「実施例」

第 1 図はこの発明の第 1 の実施例を示す 2 段のベクトル*

$$D(i) = \sum_{m=1}^N (x - c(m))^2 q(m|i) \quad \dots \{1\}$$

である。ただし $q(m|i)$ は i の符号が伝送路で m の符号に誤る確率である。

各段の量子化器において、 $(m|i)$ は想定される誤り率をそのまま歪尺度の (1) 式に用いてもよいが、好ましくは、第 1 量子化器 11 の第 1 符号帳 12 を作成するときは想定される誤り率 q よりさらに大きな誤り率を用いた歪尺度を用い、一方第 2 量子化器 13 で用いる第 2 符号帳 14 は、第 1 符号帳 12 の再生ベクトルと、これを作る際に用いた学習系列とを与え、想定される誤り率での歪の期待値を最小化するようにして再生ベクトルを作成する。

この理由は次のように説明できる。想定された誤り率より大きい誤り率で符号帳を作成すると、実際に大きな誤りが生じた時の性能の低下は、想定される誤り率で符号帳を作成した場合の性能低下より小さくなるが、誤りが無いときの性能が少し低下する。しかし誤りが無いときの第 1 量子化器 11 での性能の低下は、第 1 量子化器 11 での誤差分が第 2 量子化器 13 で量子化されるため、ほとんど無視できるようになる。一方、第 1 量子化器 11 は大まかな分類に対応し、第 2 量子化器 13 は細かい分類に

* 量子化器である。第 1 量子化器 11 では入力ベクトル x に対する第 1 符号帳 12 中のベクトル $y(i)$ ($i = 1 \dots N$) の歪を計算し、最も歪が小さくなるようなベクトルの番号 j を出力する。第 2 量子化器 13 では第 1 量子化器 11 での誤差ベクトル $x - y(j)$ を入力し、この入力に対する第 2 符号帳 14 中のベクトル $z(i)$ ($i = 1 \dots M$) の歪を計算し、最も歪が小さくなるベクトルの番号 k を出力する。

第 1、第 2 量子化器 11、13 の出力符号 j 、 k は多重化回路 15 で多重化され、伝送又は記憶される。

復号器 16 では伝送され又は読み出した符号 j と k とを対応するベクトル $y(j)$ 、 $z(k)$ を 2 つの符号帳から求め、これらベクトルの和 $y(j) + z(k)$ を出力とする。

符号器と復号器とで共通に用いる符号帳中のベクトルは予め学習ベクトルを用いて、通常の方法 (例えば LBG アルゴリズム、一般化 Liloyd アルゴリズム) で求めておく。すなわち、各学習ベクトルに対して歪が最小となる再生ベクトルを求めて、各学習ベクトルを何れかの再生ベクトルに所属させるステップと、その各再生ベクトルごとにこれに所属する学習ベクトルから再生ベクトルを更新するステップとを交互に収束するまで繰り返す。この発明では再生ベクトルに所属させるステップでも、再生ベクトルを更新するステップでも、一定の符号誤り率のもとでの歪の期待値を最小化すべき尺度して用いる。具体的には、ある入力ベクトル x と再生ベクトル $c(i)$ の歪の期待値 $D(i)$ は第 1 量子化器用では、

応することから、第 1 量子化器 11 に対して符号誤りが生じるとその被害が大きく、第 2 量子化器はそれを救済することはできない。しかし、第 1 量子化器 11 をより符号誤りに強い構造に設計しておくことで、全体の性能向上に寄与することになる。

第 2 図はこの発明の第 2 の実施例を示し、第 1 の実施例と同じく 2 段のベクトル量子化器である。この例では第 1 量子化器 11 での歪計算の結果、歪の小さい順に複数の符号候補を残し、この例では 2 つの符号 j_1 、 j_2 を残し、これらのそれぞれについて第 2 量子化器 13 で $x - y(j_1)$ 、 $x - y(j_2)$ を入力としてそれぞれ量子化して符号 k_1 、 k_2 を得、候補選択部 17 で符号 j_1 、 k_1 と j_2 、 k_2 で最終的に歪が最小となる符号の組合せを選択して出力する。このようにすることでさらに歪を削減できる。

第 3 図はこの発明の第 3 の実施例を示す。高性率音声符号化で頻繁に使われる LSP パラメータの量子化に応用した例である。LSP パラメータは全極形フィルタで音声のスペクトル包絡を表現するパラメータであるが、符号化音声の品質を維持するためにスペクトル歪を小さくす

る必要がある。このため例えば10次のパラメータの場合、合計で30ビット程度の量子化、つまり 2^{30} 個の再生ベクトルから1つを選択する量子化が望ましく、現実的な演算量に抑えるために6ビットの量子化器21~25を縦続接続して用い、第1量子化器21で入力パラメータが量子化され、その誤差が第2量子化器22で量子化され、以下誤差が順次量子化される。各量子化段の符号帳26~30をそれぞれ学習するが、第1の実施例の場合と同様、まず第1段で用いる第1符号帳26は目標とする符号誤り率よりはるかに大きな符号誤り率での歪の期待値を最小とするように再生ベクトルを求め、その後順次、前段までの符号帳を固定して符号帳を学習していく。

上述したように各段の符号帳は同一の符号誤り率での歪の期待値を最小とするようにして作成してもよい。前段側の符号帳に対する符号誤り率を大きくした方がよいが後段になるに従って順次符号誤り率を小さくする場合に限らず、例えば初段だけ又は最初の複数段は符号誤り率を大きくし、その後段のすべてはこれにより小さい同一の符号誤り率でそれぞれ符号帳を作成してもよい。
「発明の効果」

以上述べたようにこの発明によれば多段ベクトル量子化し、しかもその各段の符号帳を、符号誤り率を考慮した歪尺度で作成しているから、演算量及びメモリ量を小さくすることができ、かつ誤り訂正符号を使わずに符号誤りによる劣化を小さく抑えることができる。また符号帳の作成を各段ごとに異なる誤り率に対応させて行う場

合には性能の向上を更に図れる。

第4図は5ビット2段の量子化器のガウスマルコフ系列に対する量子化歪をSNRで比較したものである。Aは第1段、第2段ともに実際に評価した誤り率と同じ誤り率 q で符号帳を作成した場合、Bは第1段の量子化器の符号帳を評価誤り率が0.5%のときと1%のときは $q = 5\%$ として作成し、評価誤り率が5%のときは $q = 10\%$ として符号帳を作成し、第2段の量子化器の符号帳は各評価誤り率を q として作成した場合である。

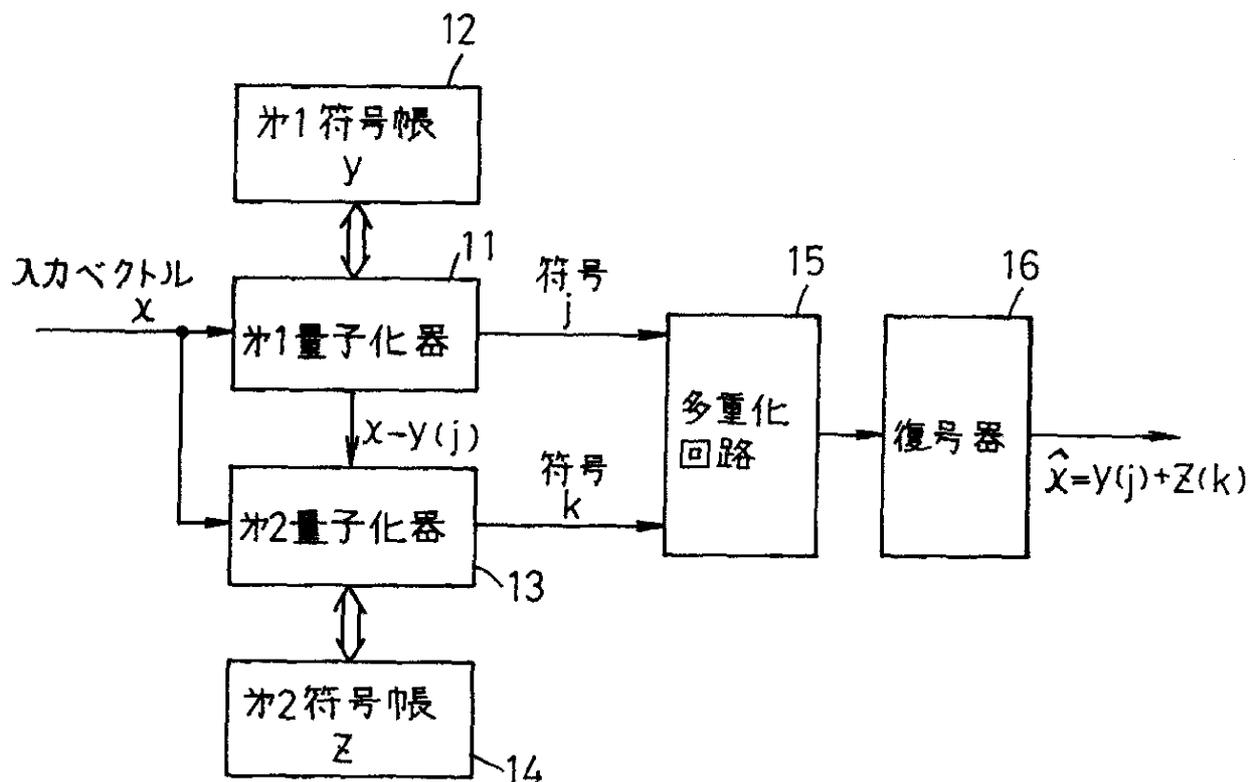
いずれの評価誤り率の場合にも、前段の符号帳を評価誤り率より大きくして作成した場合の方が性能が向上していることがわかる。

第3の実施例では30ビットの量子化でのスペクトル歪は、従来の25ビット多段量子化に5ビットの畳み込み符号によって誤り保護を行った場合のスペクトル歪より、全ての誤り率の条件のもとで優れていることが確かめられた。

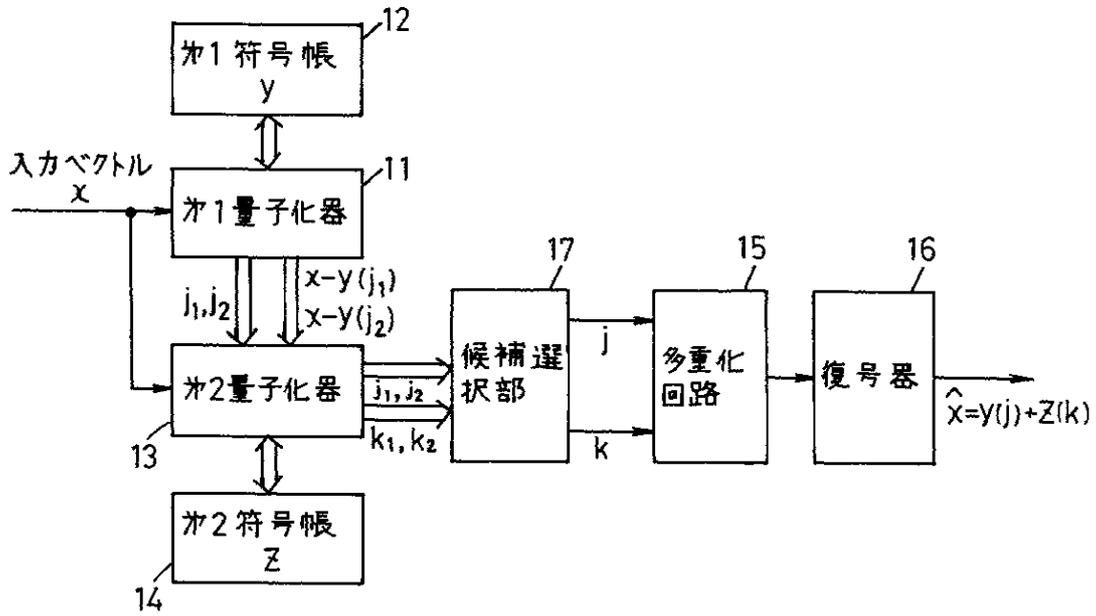
【図面の簡単な説明】

第1図はこの発明を2段のベクトル量子化法に適用した第1の実施例を示すブロック図、第2図はこの発明を2段のベクトル量子化法に適用した第2の実施例を示すブロック図、第3図はこの発明を、LSPパラメータの量子化に用いる5段のベクトル量子化に適用した第3の実施例を示すブロック図、第4図は前段の符号帳の作成に後段よりも大きな符号誤り率を考慮した歪尺度を用いた場合の効果を示す図である。

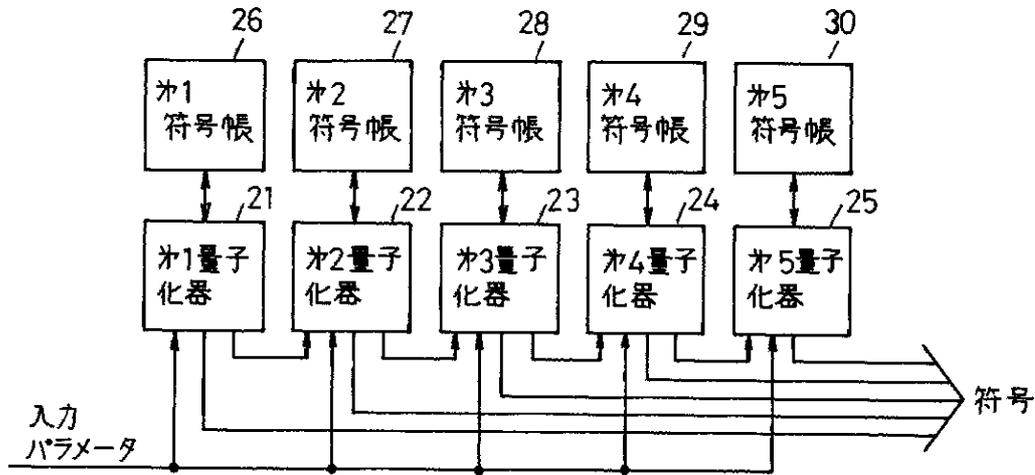
【第1図】



【第2図】



【第3図】



【第4図】

誤り率	0.5%	1%	5%
A	10.02	9.18	6.95
B	10.08	9.59	7.12

フロントページの続き