

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 ( B 2 )

(11)特許番号

第 2 6 9 0 0 3 1 号

(45)発行日 平成9年(1997)12月10日

(24)登録日 平成9年(1997)8月29日

|                           |      |            |              |        |
|---------------------------|------|------------|--------------|--------|
| (51)Int. Cl. <sup>6</sup> | 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      |

請求項の数 4

(全 6 頁)

|   |   |
|---|---|
| <p>(21)出願番号 特願平3-166831</p> <p>(22)出願日 平成3年(1991)7月8日</p> <p>(65)公開番号 特開平5-14208</p> <p>(43)公開日 平成5年(1993)1月22日</p> | <p>(73)特許権者 000004226<br/>日本電信電話株式会社<br/>東京都新宿区西新宿三丁目19番2号</p> <p>(73)特許権者 392026693<br/>エヌ・ティ・ティ 移動通信網株式会社<br/>東京都港区虎ノ門二丁目10番1号</p> <p>(72)発明者 守谷 健弘<br/>東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本<br/>電信電話株式会社内</p> <p>(72)発明者 間野 一則<br/>東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本<br/>電信電話株式会社内</p> <p>(74)代理人 弁理士 磯村 雅俊</p> <p>審査官 清水 康志</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p> |
|---|---|

(54)【発明の名称】利得形状ベクトル量子化方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 形状ベクトルの重み付き線形和で出力ベクトルを表現するベクトル量子化方法において、前記形状ベクトルと利得ベクトルの符号の決定に際しては、そのいずれか一方を固定値と仮定して他方を決定すること、かつ、前記形状ベクトルと利得ベクトルの符号の決定を交互に行い、予め定められた回数まで、または量子化による歪が予め定められた歪以下になるまでこれを繰り返すことを特徴とする利得形状ベクトル量子化方法。

【請求項 2】 前記形状ベクトルと利得ベクトルに対する符号の決定の少なくとも一方に複数段階の符号決定ステップを設けることを特徴とする利得形状ベクトル量子化方法。

【請求項 3】 形状ベクトルの重み付き線形和で出力ベクトルを表現するベクトル量子化方法において、入力ベ

2

クトルと形状ベクトル符号帳中の任意の形状ベクトルとの内積を算出し、該内積を最大にする形状ベクトルを形状ベクトル符号帳中から求める第 1 の過程と、入力ベクトルと、前記第 1 の過程もしくは後述の第 3 の過程で求められた形状ベクトルと利得ベクトル符号帳中の任意の利得ベクトルとの重み付き線形和との距離を算出し、該距離を最小にする利得ベクトルを利得ベクトル符号帳中から求める第 2 の過程と、入力ベクトルと、形状ベクトル符号帳中の任意の形状ベクトルと前記第 2 の過程で求められた利得ベクトルの重み付き線形和との距離を算出し、該距離を最小にする形状ベクトルを形状ベクトル符号帳中から求める第 3 の過程とを有し、前記第 2 の過程および第 3 の過程をそれぞれ定められた回数だけ繰り返す、または量子化による歪が予め定められた歪以下になるまでこれを繰り返すことを特徴とする利得形状ベクトル

10

ル量子化方法。

【請求項 4】 前記各過程において用いる形状ベクトル符号帳あるいは利得ベクトル符号帳の少なくとも一方は、後過程ほど、順次、量子化精度が高いベクトル符号帳を使用することを特徴とする請求項 3 記載の利得形状ベクトル量子化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、音声や画像等の信号系列を、符号化による歪を小さく抑えたまま、少ない情報量でデジタル符号化することが可能な利得形状ベクトル量子化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、音声や画像信号を能率良く量子化する手法として、複数サンプルから成るベクトルを単位とするベクトル量子化がよく用いられるが、演算量やメモリ量とのトレードオフで、形状ベクトルの符号と形状ベクトルを定数倍する利得の符号で再生ベクトルを表現する、Gain-Shape(利得形状)ベクトル量子化が有効な場合がある。これについて、以下、図 5 を用いて簡単に説明する。図中、A は形状ベクトルの値とインデックス(番号)を対応付けて格納している符号帳(インデックステーブル)、B は定数テーブル、C は定数倍演算器を示している。利得形状ベクトル量子化では、上述の符号帳 A 中のベクトルの中から一つのベクトルを選び、また、定数テーブル B の中から一つの数値を選んで、定数倍演算器 C を用いて、ベクトルの各要素を定数倍することで出力ベクトルを構成する。このときの選択基準は、通常、入力ベクトルと再生ベクトルの距離を最小にすることである。そして、選ばれた形状ベクトルの符号(インデックス)と定数倍を指定する符号とを組にして伝送し、受信側ではこれから再生ベクトルを作成する。なお、上記利得形状ベクトル量子化に関しては、M. J. Sabin, R. M. Gray, "Product Code Vector Quantizers for Waveform and Voice Coding" (IEEE Trans ASSP ASSP-32, pp.474-488, 1984)の記載を参考にすることができる。また、複数の系統の形状ベクトルを用いて、その重み付き線形和で出力ベクトルを表現し、各系統毎のベクトルの種類を指定する符号と、重み係数をベクトルとした利得ベクトルを指定する符号を組み合わせて伝送する場合がある。この場合には、最適な符号は、すべての系統の形状ベクトルと利得ベクトルの組み合わせの中から、入力ベクトルとの歪が最小となるものを求めれば良い。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、通常、上述の組み合わせの数は膨大で、現実には不可能な場合が多い。このため、現実には、利得ベクトルの要素をすべて 1 として形状ベクトルを指定する符号を求め、次に、その形状ベクトルで利得ベクトルを決定するという方法が採ら

れる。もちろん、この場合に、量子化歪は最適な組み合わせの符号より大きくなることは避けられない。本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、従来の技術における上述の如き問題を解消し、音声や画像等の信号系列を、符号化による歪を小さく抑えたまま、少ない処理量でデジタル符号化することが可能な利得形状ベクトル量子化方法を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は、形状ベクトルの重み付き線形和で出力ベクトルを表現するベクトル量子化方法において、前記形状ベクトルと利得ベクトルの符号の決定に際しては、そのいずれか一方を固定値と仮定して他方を決定すること、かつ、前記形状ベクトルと利得ベクトルの符号の決定を交互に行うことを特徴とする利得形状ベクトル量子化方法、および、形状ベクトルの重み付き線形和で出力ベクトルを表現するベクトル量子化方法において、入力ベクトルと形状ベクトル符号帳中の任意の形状ベクトルとの内積を算出し、該内積を最大にする形状ベクトルを形状ベクトル符号帳中から求める第 1 の過程と、入力ベクトルと、前記第 1 の過程もしくは後述の第 3 の過程で求められた形状ベクトルと利得ベクトル符号帳中の任意の利得ベクトルとの重み付き線形和との距離を算出し、該距離を最小にする利得ベクトルを利得ベクトル符号帳中から求める第 2 の過程と、入力ベクトルと、形状ベクトル符号帳中の任意の形状ベクトルと前記第 2 の過程で求められた利得ベクトルの重み付き線形和との距離を算出し、該距離を最小にする形状ベクトルを形状ベクトル符号帳中から求める第 3 の過程とを有し、前記第 2 の過程および第 3 の過程をそれぞれ定められた回数だけ繰り返すことを特徴とする利得形状ベクトル量子化方法によって達成される。

【0005】

【作用】本発明に係る利得形状ベクトル量子化方法においては、形状ベクトルと利得ベクトルの符号の決定の少なくとも一方を固定値と仮定して、形状ベクトルと利得ベクトルの符号を交互に決定していくことで、最適に近い符号の組み合わせを現実的な処理量で見出すことを可能としているものである。

【0006】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は、本発明の一実施例である利得形状ベクトル量子化器を示す図である。ここでは、出力ベクトル  $U(i)$  ( $i = 0, 1, \dots, N-1$ ,  $N$  はベクトルの次元数) は、前述した如き符号帳中の 3 系統の形状ベクトル  $X_j(i)$ ,  $Y_j(i)$ ,  $Z_j(i)$  と利得ベクトル  $G(k)$  ( $k = 0, 1, 2$ ) で表わされる。すなわち、
$$U(i) = G(0) * X_j(i) + G(1) * Y_j(i) + G(2) * Z_j(i)$$
 である。ここでは、具体的に  $X_j, Y_j, Z_j$  に各 3 ビット

(極性符号 1 ビットを含む)、G に 4 ビットを割り当てる場合を想定する。この場合、入力ベクトル  $V(i)$  と最も距離が近い出力ベクトル  $U(i)$  を実現する符号の組を決定することが、ここでの目的である。しかし、前述の如く、すべての組み合わせは膨大(ここでは、 $2^{12}$ 個)であるため、このすべてについて  $U(i)$  を合成し、 $V(i)$  との距離を求めることは処理量が大きくなってしまう。すなわち、ここでは、 $U(i)$  を表現する情報量が、3つの形状ベクトルにつき各 2 ビット、利得ベクトルについて 2 ビットの計 12 ビットであるが、用途によってはこれが 20 ビット以上になり、すべての組み合わせの演算が現実的には不可能となる場合もある。図 1 に示した例では、形状ベクトル、利得ベクトルともに 2 段階の符号決定手段を用意している。すなわち、形状ベクトルに関しては、 $X_j(i), Y_j(i), Z_j(i)$  それぞれ独立に入力ベクトル  $V(i)$  との相関を求めて符号を決定する第 1 段階の決定と、ある利得ベクトル  $G(k)$  を仮定して形状ベクトル  $X_j(i), Y_j(i), Z_j(i)$  のすべての組み合わせの中から最適な符号の組を選択する第 2 段階の決定である。また、利得ベクトル  $G(k)$  に関しては、2 ビットの量子化による第 1 段階の決定と、更に 2 ビットを追加して 4 ビットの量子化を行う第 2 段階の決定である。特に、樹木状に階層化した形式の符号帳を用いる場合、2 段目の量子化も 1 段目の量子化結果に基づいて 2 ビット量子化を行うだけで良い。形状ベクトル、利得ベクトルいずれの場合も、第 1 段階の量子化は簡単であるが、粗い精度で符号を選択するもので、第 2 段階はより最適に近い符号を選択するものである。

【0007】形状ベクトルと利得ベクトルの両方の組み合わせでほぼ最適な符号を決定する手段を、図 2 に示す。図 2 においては、4 段のステップで処理する場合を例示している。全体として、形状ベクトルと利得ベクトルの符号を交互に、かつ、次第に精度高く求めていく形式になっている。図 3 に、図 2 のステップ 1 ~ 4 (S1 ~ S4) の詳細を示す。以下、この内容について説明する。

S1 : 形状ベクトルの第 1 段階

利得を 1 と仮定し、各系統毎に独立に符号を決定する。図中に示す式により求めた  $e_j$  の絶対値が最大となる  $X_j(j=0, \dots, 3)$  を求める。なお、符号は  $e_j$  が正なら + (0)、負なら - (1) とする。 $Y_j, Z_j$  についても同様。

S2 : 利得ベクトルの第 1 段階

S1 で求めた  $X_j, Y_k$  および  $Z_l(j, k, l$  は  $0, \dots, 3)$  を基に、図中に示す式により求めた  $d$  を最小とする利得ベクトル  $G_0, G_1, G_2$  の組を求める。

S3 : 形状ベクトルの第 2 段階

利得ベクトル  $G_0, G_1$  および  $G_2$  は S2 で求めた通り、2 ビットで量子化されて固定されているものとして、図中に示した式により、 $d$  を最小とする  $X_j, Y_k, Z_l$  の組を求める。

S4 : 利得ベクトルの第 2 段階

形状ベクトル  $X_j, Y_k$  および  $Z_l$  は S3 で求めた通り、既知であるとして、利得ベクトル  $G_0, G_1$  および  $G_2$  の組を、16 種類のベクトルから決定する。上記実施例によれば、音声や画像等の信号系列を、符号化による歪を小さく抑えたまま、少ない処理量でデジタル符号化することが可能となる。このように、形状ベクトルの符号の決定および利得ベクトルの量子化(つまり、重み係数に対する符号の決定)は、交互に行われるが、その場合、交互に繰り返す回数を予め定めておくか、あるいは量子化による歪が予め定められた歪値以下になるまで繰り返す。図 2 の例では、それぞれ 2 回ずつ計 4 段のステップで処理している。なお、上述の実施例では、形状ベクトルの符号を決めるときは、その前の段階で決まった利得ベクトルの符号を前提とする。逆に、利得ベクトルの符号を決めるときには、その前の段階で決まった形状ベクトルの符号を前提とする。もちろん、最初の段階から精度の高い量子化を適用しても良いし、各段階で量子化の結果を唯一に決定せず、いくつかの符号の候補を残して、各候補について次の段階の量子化を行う手法と組み合わせても良い。

【0008】図 4 は、本発明の他の具体的実施例を示す図である。ここでは、本発明を音声符号化の励振信号の決定に応用する例を示している。この場合、符号の決定は、音声フレーム毎に異なる合成フィルタを通過させた形状ベクトルが対象となっており、また、ピッチ周期成分のベクトルも重み付き加算の一つのベクトルとなっている点が、先の実施例とは異なっている。全体的な動作としては、前述の実施例と同様である。上記各実施例は本発明の一例を示したものであり、本発明はこれらに限定されるべきものではないことは言うまでもない。例えば、第 1 の実施例では、3 系統の形状ベクトルを用いているが、これは 1 系統でも構わない。その際には、形状ベクトルの符号にも樹木状の符号帳を用いると有効である。これは、処理の段階を進めるに従って、樹木の階層を深めながら量子化精度を上げることができるからである。また、前述の如く、複数の段階で符号を決定する場合に、最初の段階から精度の高い量子化を適用しても良いし、各段階で量子化の結果を唯一に決定せず、いくつかの符号の候補を残して、各候補について次の段階の量子化を行う手法と組み合わせても良い。

【0009】

【発明の効果】以上、詳細に説明した如く、本発明によれば、音声や画像の信号系列を、符号化による歪を小さく抑えたまま、少ない処理量でデジタル符号化することが可能な利得形状ベクトル量子化方法を実現できるといって顕著な効果を奏するものである。

【0010】

【図面の簡単な説明】

50 【図 1】本発明の一実施例を示す量子化器の構成図であ

る。

【図 2】図 1 に示した装置の動作を説明する図である。

【図 3】図 2 の詳細図である。

【図 4】他の実施例を示す量子化器の構成図である。

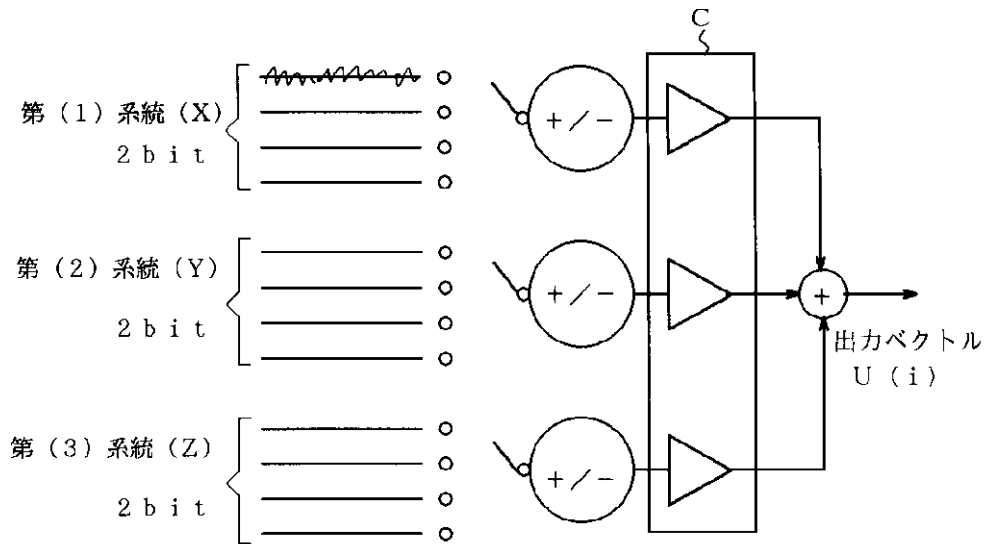
【図 5】利得形状ベクトル量子化の概要を説明するため

の図である。

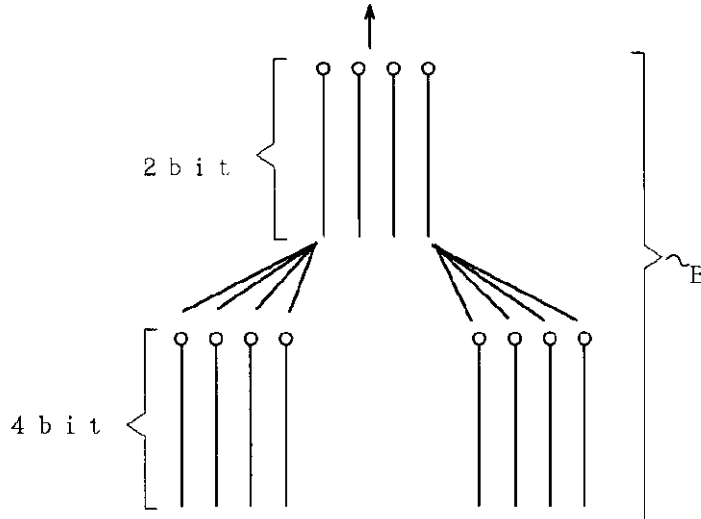
【符号の説明】

A : 符号帳(インデックステーブル)、 B : 定数テーブル、 C : 定数倍演算器、 S 1 ~ S 4 : 処理ステップ。

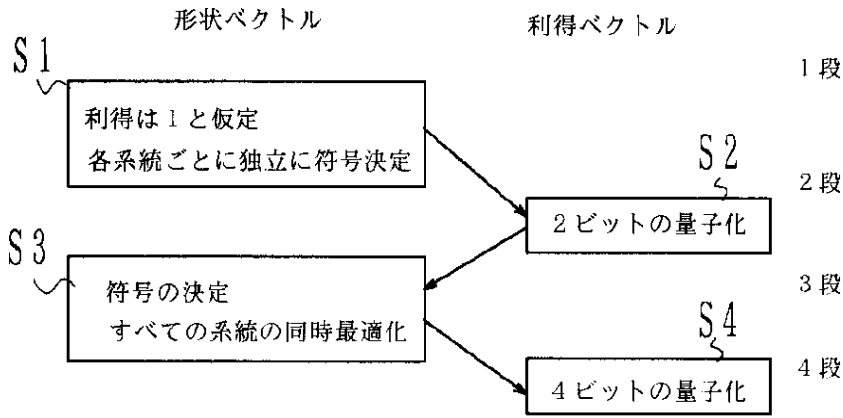
【図 1】



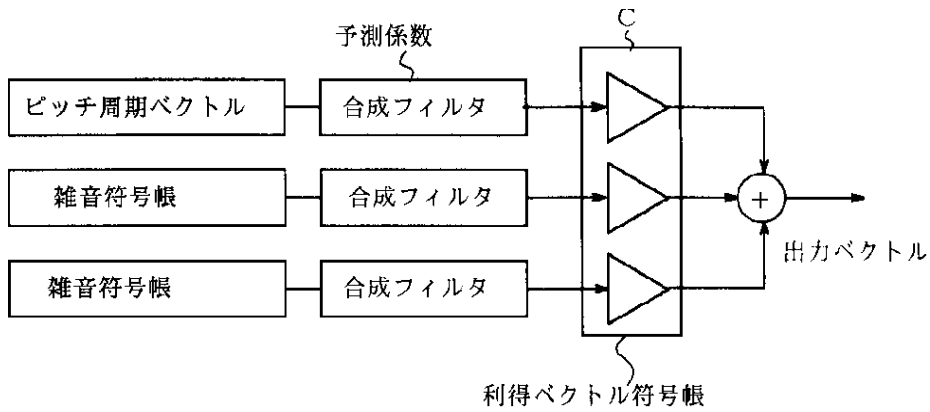
形状ベクトル (A)      利得ベクトル



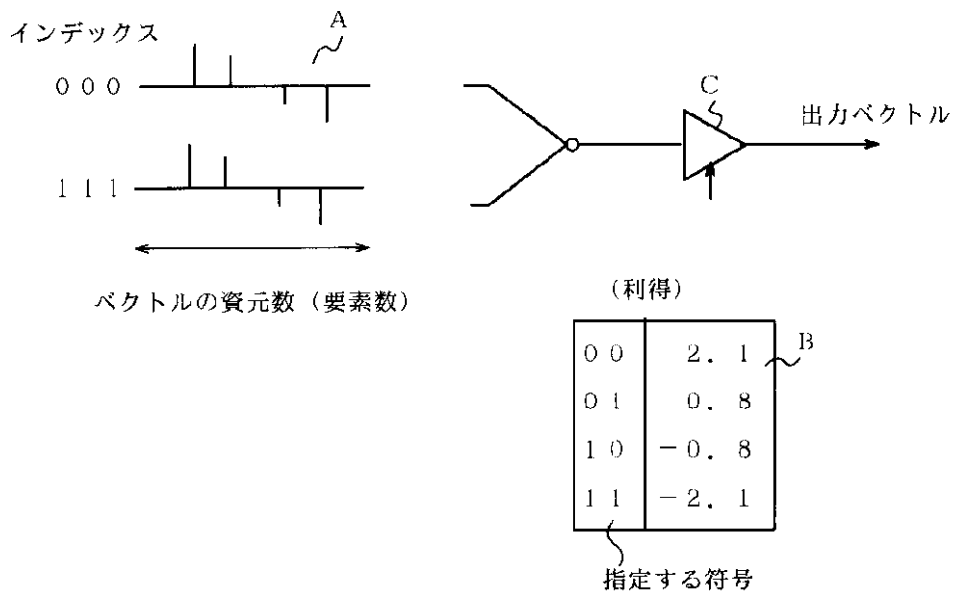
【図 2】



【図 4】



【図 5】



【図 3】

## 形状ベクトルの第 1 段階 (S1)

$$e_j = \sum_{i=0}^{N-1} v(i) x_j(i)$$

の絶対値を最大とする  $X_j$  を求める。  
符号は  $e_j$  が正なら + (0) 負なら - (1) とする。  
同様に  $Y_j, Z_j$  を独立に求める。

## 利得ベクトルの第 1 段階 (S2)

$X_j, Y_k, Z_l$  を既知として

$$d = \sum_{i=0}^{N-1} \{ v(i) - (G_0 X_j(i) + G_1 Y_k(i) + G_2 Z_l(i)) \}^2$$

を最小とする ( $G_0, G_1, G_2$ ) のセットを 4 種類のベクトルから決める。

## 形状ベクトル第 2 段階 (S3)

$$d = \sum_{i=0}^{N-1} \{ v(i) - (G_0 X_j(i) + G_1 Y_k(i) + G_2 Z_l(i)) \}^2$$

上述の  $d$  が最小となる  $X_j, Y_k, Z_l$  の組を求める。  
 $G_0, G_1, G_2$  は 2 ビットで量子化されていて固定とする。

## 利得ベクトルの第 2 段階 (S4)

$X_j, Y_k, Z_l$  を既知として  $d$  を最小とする ( $G_0, G_1, G_2$ ) のセットを 16 種類のベクトルから決める。

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

(72) 発明者 須田 博人  
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 3 - 32228 ( J P , A )