

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報 ( B )

(11)特許出願公告番号

特公平3 - 67375

(24)(44)公告日 平成3年(1991)10月22日

(51)Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B	14/04			
H 0 3 M	1/14			

発明の数 1

(全4頁)

(21)出願番号	特願昭57-204849	(71)出願人	000000422 日本電信電話 (株) *
(22)出願日	昭和57年(1982)11月22日	(72)発明者	守谷 健弘 *
(65)公開番号	特開昭59-94936	(72)発明者	誉田 雅彰 *
(43)公開日	昭和59年(1984)5月31日	(74)代理人	代理人コード : 9195
審判番号	平2-20765		

(54)【発明の名称】ベクトル量子化法

1

2

【特許請求の範囲】次の頁からクレームは始まります。

【特許請求の範囲】

1 サンプル値の系列を複数個ごとにまとめて量子化するベクトル量子化法において、

各入力ベクトルを量子化ビット数  $B$  ( $B$  は整数) で量子化するとき、その一部  $B_0$  ( $B_0$  は 2 以上で  $B$  より小さい正の整数) を使って  $2^{B_0}$  個の重心ベクトルから成る辞書の中から入力ベクトルとの間の量子化歪が小さい順に  $N$  ( $N$  は 2 以上で  $2^{B_0}$  以下の正の整数) 個の候補ベクトルを選択する第 1 のベクトル量子化段と、前記各候補ベクトルに対応する分散ベクトルの辞書をもとに残りの  $(B - B_0)$  ビットを使って入力ベクトルと前記各候補ベクトルとの差を各座標軸ごとに量子化する第 2 のスカラー量子化段とにより、全体として歪が最小となる符号化情報を決定することを特徴とするベクトル量子化法。

【発明の詳細な説明】

この発明は一つのベクトルあたりの量子化情報量が大きい場合に適するベクトル量子化法に関する。

< 従来技術 >

一般にベクトル量子化はサンプル値を複数個ご

とにベクトル  $E_1 = (e_{11}e_{12}\dots e_{1p})$ 、 $E_2 = (e_{21}e_{22}\dots e_{2p})$  .....  $E_o = (e_{o1}e_{o2}\dots e_{op})$  とし、その各

ベクトルごとに予め求めておいた代表ベクトル

$F_1 = (f_{11}f_{12}\dots f_{1p})$ 、 $F_2 = (f_{21}f_{22}\dots f_{2p})$  .....  $F_n = (f_{n1}f_{n2}\dots f_{np})$  の辞書から歪が最小となる

もの、即ち最も近いものを選び、その番号を符号とするものである。こ

30 一つの方法として一つのベクトルを一つの代表値例えば番号で符号化するものであるから、一つのベクトルあたりの符号化情報量(ビット数)  $B$  が少ない場合でも効率のよい符号化が可能である。また、 $2^B$  個の重心ベクトル(代表ベクトル)から成る辞書(符号帳)を重心ベクトル数の 10 倍以上の学習サンプル(学習ベクトル)から成る辞書を学習サンプルからデータの統計的分布を反映するように作つておけば、特異な分布や偏りのある分布を持つデータをも能率よく符号化できる。そして符号化による平均歪はベクトルの次元を  $P$  とする時、 $2^{-(2B/P)}$  に比例して小さくすることができる。

40

しかし与えられた情報量  $B$  に対して  $2^B$  個のベクトルの辞書とその 10 倍以上の学習サンプルが必要であり、辞書製作に要する記憶容量や計算量を考

慮すれば情報量  $B$  は10以下が現実的である。例えば  $B = 20$  の場合には現存のいかなる電子計算機をもつてしても辞書の作製は不可能と言つてよい。即ち一般のベクトル量子化においては1ベクトルあたりの情報量  $B$  の制約により、符号化に伴う平均歪を小さくすることには限界があつた。また  $B$  が異なる場合には  $B$  の値毎に別の辞書を作つておく必要があつた。

一方、スカラ量子化は1サンプルごと独立の量子化で処理は極めて簡単であるが、サンプル当りのビット数が少ないときや入力データの分布や相関に偏りがあるときの歪は、ベクトル量子化の場合より非常に大きくなつてしまう。

この発明は分布に偏りがあるデータでも能率よく量子化できるというベクトル量子化の利点をそのまま生かし、かつ符号化情報量  $B$  が20以上の場合でも歪をそれに応じて小さくできるようにしたベクトル量子化法を提供するものである。

#### <実施例>

第1図はこの発明のベクトル量子化法を適用した情報伝送系の例を示す。符号器11は通信路12を介して復号器13と接続され、符号器11及び復号器13にはそれぞれ辞書14及び15が接続されている。辞書14には代表値を表す重心ベクトルが記憶された重心ベクトル部16と、各重心ベクトルが属する各集落(領域)に属する学習ベクトルの広がりを示す分散ベクトルが記憶された分散ベクトル部17とを具備する。復号器側の辞書15は符号器側の辞書14と全く同一の構成であつて、重心ベクトル部18及び分散ベクトル部19を備えている。符号器11は重心ベクトル部16及び分散ベクトル部17をそれぞれ使うベクトル量子化部21及びスカラ量子化部22より成る。

第2図に示す分布をもつ2次元( $P = 2$ )のデータを、 $B = 6$  ビット及び $B_0 = 2$  で量子化する場合を例にとり、この発明のベクトル量子化法を説明する。第2図において閉曲線23で囲まれた領域内にデータが分布しているとする。通常の $X_1$ 、 $X_2$ 座標独立の量子化や座標変換後の量子化ではスカラ量子化である限り、各データごとに量子化を行う限り、一定の情報量に対する歪は大きくなつてしまう。

しかしこの発明では二段階でベクトル量子化を

行う。まず第1の量子化段では、サンプル値系列がブロックごとにそのサンプル値を要素とするベクトルとされた入力データは入力端子24よりベクトル量子化部21に入力されて $B_0 = 2$  でベクトル量子化される。即ち領域23の先験的分布に合うように全体が $2^{B_0}$ 個の領域25a~25dに分割され、その各領域即ち各集落25a~25dの重心点 $C_1 \sim C_4$ が辞書として作製されている。

ベクトル量子化部21では入力ベクトルが $2^{B_0}$ 個のどの集落25a~25dに属するかが決められる。例えば入力ベクトル $S$ は重心点の $C_1$ の集落25aに属するとする。

以上の第1ベクトル量子化段の結果に基づいて、次の第2のスカラ量子化段を行なう。

集落25aの分散ベクトルはその重心 $C_1$ を示す重心ベクトルで代表される。この分散ベクトルを利用して作られた $(B - B_0)$ ビットで表現される各座標独立の格子点26から歪が最小となるものを選択する。即ち、同図の例では前述の仮定より $B - B_0 = 4$ であるから、各座標 $(X_1, X_2)$ あたり2ビットをとることになり、これによつて計16個( $2^2 \times 2^2$ )の格子点26を重心 $C_1$ のまわりに設けてある。このように、第1のベクトル量子化段で得られる $B_0$ ビットを使つて領域25の番号を伝える。次に、残りの $(B - B_0)$ ビットを使つて格子点26の番号を符号器11の出力として端子27, 28より復号器13へ伝送する。

復号器13では送られた $B$ ビットの符号中の $B_0$ ビットの集落番号及び $B - B_0$ ビットの格子点番号によりそれぞれ重心ベクトル部18及び分散ベクトル部19を参照して、この例では入力ベクトル $S$ に近い格子点26aのベクトル $S^{\wedge}$ を復号して端子31へ出力する。

第1段階のベクトル量子化の際に複数の集落を候補として選んでおいて、各候補ごとに歪が最小となる格子点を選び、最終的に歪が最小となるものの組合せを送るようにすれば同じ情報量でさらに平均の歪を小さくできる。

また分散ベクトル部17, 19は各重心点ごとに各座標ごとに値を持つているが、それぞれ平均値におきかえても全体の歪はあまり大きくなりないので分散ベクトルの辞書を必要に応じて簡単なものにするのが可能である。

<効果>

以上述べたようにこの発明によれば $2^{B_0} \times 2$ 個のベクトル辞書を用いた2段階の量子化法により、同じ情報量でスカラ量子化より平均歪を小さくできる。音声のサンプル値の場合の比較例を第3図に示す。横軸はサンプル当りのビット数 $B$ を、縦軸はSN比を示し、曲線32は1次元最適量子化の場合（従来の場合）、曲線33は6次元ベクトル及びガウス量子化の場合、曲線34は12次元ベクトル及びガウス量子化の場合である。これよりビット数が多くなるとベクトル量子化は困難になるが、この発明ではベクトル量子化ができ、しかもSN比もよいものとなる。特異な分布をもつデータについてはさらに差が大きくなる。そしてこの発明の量子化法によれば歪は $2^B$ 個のベクトル辞書を使ったベクトル量子化の歪と同程度となることが期待される。符号化情報量 $B$ が20以上では、 $2^B$ の辞書が非現実的であることから、 $B$ が20以上の場合の量子化ではこの発明のベクトル量子化法がきわめて有効となる。

さらに $B$ が変化する場合に、この発明のベクトル量子化法では格子点の設定の規則を定めておけば辞書を変更する必要がなく、サンプル値あたりの情報量（ $B/P$ ）は細かく制御できる。通常のスカラー量子化ではサンプル値あたりの情報量は基本的に整数値に限定されるし、通常ベクトル量子化においては $B$ の変化ごとに別の辞書を用意しなければならない。

【図面の簡単な説明】

- 10 第1図はこの発明のベクトル量子化法を適用した入力データを符号化して伝送する情報伝送系の例を示すブロック図、第2図は2次元で偏りのある分布を持つデータの量子化例を示す図、第3図は音声の周波数領域でのサンプル値を使ったスカラ量子化法との比較例を示す図である。

11：符号器、12：通信路、13：復号器、14、15：辞書、16、18：重心ベクトル部、17、19：分散ベクトル部、21：ベクトル量子化部、22：スカラ量子化部。

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公告

⑫ 特許公報(B2)

平3-67375

⑮ Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	⑭公告
H 04 B 14/04	Z	8732-5K	平成3年(1991)10月22日
H 03 M 1/14	A	9065-5J	

発明の数 1 (全4頁)

⑬ 発明の名称 ベクトル量子化法

前置審査に係属中 ⑰特 願 昭57-204849 ⑱公 開 昭59-94936  
 ⑲出 願 昭57(1982)11月22日 ⑳昭59(1984)5月31日  
 特許法第30条第1項適用 昭和57年10月22日 長岡技術科学大学において開催された社団法人日本音響学会 昭和57年度秋季研究発表会において発表

㉑発 明 者 守 谷 健 弘 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所内

㉒発 明 者 菅 田 雅 彰 東京都武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所内

㉓出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

㉔代 理 人 弁理士 澤井 敬史

審 査 官 稲 葉 和 生

㉕参 考 文 献 特開 昭52-82064 (JP, A)

1

2

㉖特許請求の範囲

1 サンプル値の系列を複数個ごとにまとめて量子化するベクトル量子化法において、

各入力ベクトルを量子化ビット数B(Bは整数)で量子化するとき、その一部B<sub>0</sub>(B<sub>0</sub>は2以上でBより小さい正の整数)を使つて2<sup>B<sub>0</sub></sup>個の重心ベクトルから成る辞書の中から入力ベクトルとの間の量子化歪が小さい順にN(Nは2以上で2<sup>B<sub>0</sub></sup>以下の正の整数)個の候補ベクトルを選択する第1のベクトル量子化段と、前記各候補ベクトルに対応する分散ベクトルの辞書をもとに残りの(B-B<sub>0</sub>)ビットを使つて入力ベクトルと前記各候補ベクトルとの差を各座標軸ごとに量子化する第2のスカラ量子化段とにより、全体として歪が最小となる符号化情報を決定することを特徴とするベクトル量子化法。

発明の詳細な説明

この発明は一つのベクトルあたりの量子化情報量が大きい場合に適するベクトル量子化法に関する。

<従来技術>

一般にベクトル量子化はサンプル値を複数個ご

とにベクトルE<sub>1</sub>=(e<sub>11</sub>e<sub>12</sub>……e<sub>1p</sub>)、E<sub>2</sub>=(e<sub>21</sub>e<sub>22</sub>……e<sub>2p</sub>) ……E<sub>n</sub>=(e<sub>n1</sub>e<sub>n2</sub>……e<sub>np</sub>)とし、その各ベクトルごとに予め求めておいた代表ベクトルF<sub>1</sub>=(f<sub>11</sub>f<sub>12</sub>……f<sub>1p</sub>)、F<sub>2</sub>=(f<sub>21</sub>f<sub>22</sub>……f<sub>2p</sub>) ……F<sub>m</sub>=(f<sub>m1</sub>f<sub>m2</sub>……f<sub>mp</sub>)の辞書から歪が最小となるもの、即ち最も近いものを選び、その番号を符号とするものである。こように一つのベクトルを一つの代表値例えば番号で符号化するものであるから、一つのベクトルあたりの符号化情報量(ビット数)Bが少ない場合でも効率のよい符号化が可能である。また、2<sup>B</sup>個の重心ベクトル(代表ベクトル)から成る辞書(符号帳)を重心ベクトル数の10倍以上の学習サンプル(学習ベクトル)から成る辞書を学習サンプルからデータの統計的分布を反映するように作つておけば、特異な分布や偏りのある分布を持つデータをも能率よく符号化できる。そして符号化による平均歪はベクトルの次元をPとする時、2<sup>-(B/P)</sup>に比例して小さくすることができる。

20 しかし与えられた情報量Bに対して2<sup>B</sup>個のベクトルの辞書とその10倍以上の学習サンプルが必要であり、辞書製作に要する記憶容量や計算量を考

(2)

特公平3-67375

3

慮すれば情報量 $B$ は10以下が現実的である。例えば $B \geq 20$ の場合には現存のいかなる電子計算機をもつてしても辞書の作製は不可能と言つてよい。即ち一般のベクトル量子化においては1ベクトルあたりの情報量 $B$ の制約により、符号化に伴う平均歪を小さくすることには限界があつた。また $B$ が異なる場合には $B$ の値毎に別の辞書を作つておく必要があつた。

一方、スカラ量子化は1サンプルごと独立の量子化で処理は極めて簡単であるが、サンプル当りのビット数が少ないときや入力データの分布や相関に偏りがあるときの歪は、ベクトル量子化の場合より非常に大きくなってしまふ。

この発明は分布に偏りがあるデータでも能率よく量子化できるというベクトル量子化の利点をそのまま生かし、かつ符号化情報量 $B$ が20以上の場合でも歪をそれに応じて小さくできるようにしたベクトル量子化法を提供するものである。

#### <実施例>

第1図はこの発明のベクトル量子化法を適用した情報伝送系の例を示す。符号器11は通信路12を介して復号器13と接続され、符号器11及び復号器13にはそれぞれ辞書14及び15が接続されている。辞書14には代表値を表す重心ベクトルが記憶された重心ベクトル部16と、各重心ベクトルが属する各集落(領域)に属する学習ベクトルの広がりを示す分散ベクトルが記憶された分散ベクトル部17とを具備する。復号器側の辞書15は符号器側の辞書14と全く同一の構成であつて、重心ベクトル部18及び分散ベクトル部19を備えている。符号器11は重心ベクトル部16及び分散ベクトル部17をそれぞれ使うベクトル量子化部21及びスカラ量子化部22より成る。

第2図に示す分布をもつ2次元( $P=2$ )のデータを、 $B=6$ ビット及び $B_0=2$ で量子化する場合を例にとり、この発明のベクトル量子化法を説明する。第2図において閉曲線23で囲まれた領域内にデータが分布しているとする。通常 $X_1, X_2$ 座標独立の量子化や座標変換後の量子化ではスカラ量子化である限り、各データごとに量子化を行う限り、一定の情報量に対する歪は大きくなってしまふ。

しかしこの発明では二段階でベクトル量子化を

4

行う。まず第1の量子化段では、サンプル値系列がブロックごとにそのサンプル値を要素とするベクトルとされた入力データは入力端子24よりベクトル量子化部21に入力されて $B_0=2$ でベクトル量子化される。即ち領域23の先験的分布に合うように全体が $2^{B_0}$ 個の領域25a~25dに分割され、その各領域即ち各集落25a~25dの重心点 $C_1 \sim C_4$ が辞書として作製されている。ベクトル量子化部21では入力ベクトルが $2^{B_0}$ 個のどの集落25a~25dに属するかが決められる。例えば入力ベクトル $S$ は重心点の $C_1$ の集落25aに属するとする。

以上の第1ベクトル量子化段の結果に基づいて、次の第2のスカラ量子化段を行なう。

集落25aの分散ベクトルはその重心 $C_1$ を示す重心ベクトルで代表される。この分散ベクトルを利用して作られた $(B-B_0)$ ビットで表現される各座標独立の格子点26から歪が最小となるものを選択する。即ち、同図の例では前述の仮定より $B-B_0=4$ であるから、各座標( $X_1, X_2$ )あたり2ビットをとることになり、これによつて計16個( $2^2 \times 2^2$ )の格子点26を重心 $C_1$ のまわりに設けてある。このように、第1のベクトル量子化段で得られる $B_0$ ビットを使つて領域25の番号を伝える。次に、残りの $(B-B_0)$ ビットを使つて格子点26の番号を符号器11の出力として端子27, 28より復号器13へ伝送する。

復号器13では送られた $B$ ビットの符号中の $B_0$ ビットの集落番号及び $B-B_0$ ビットの格子点番号によりそれぞれ重心ベクトル部18及び分散ベクトル部19を参照して、この例では入力ベクトル $S$ に近い格子点26aのベクトル $S$ を復号して端子31へ出力する。

第1段階のベクトル量子化の際に複数の集落を候補として選んでおいて、各候補ごとに歪が最小となる格子点を選び、最終的に歪が最小となるものの組合せを送るようにすれば同じ情報量でさらに平均の歪を小さくできる。

また分散ベクトル部17, 19は各重心点ごとに各座標ごとに値を持っているが、それぞれ平均値におきかえても全体の歪はあまり大きくならないので分散ベクトルの辞書を必要に応じて簡単なものにすることが可能である。

<効果>

5

6

以上述べたようにこの発明によれば $2^{20} \times 2$ 個のベクトル辞書を用いた2段階の量子化法により、同じ情報量でスカラ量子化より平均歪を小さくできる。音声のサンプル値の場合の比較例を第3図に示す。横軸はサンプル当りのビット数Bを、縦軸はSN比を示し、曲線32は1次元最適量子化の場合（従来の場合）、曲線33は6次元ベクトル及びガウス量子化の場合、曲線34は12次元ベクトル及びガウス量子化の場合である。これよりビット数が多くなるとベクトル量子化は困難になるが、この発明ではベクトル量子化ができ、しかもSN比もよいものとなる。特異な分布をもつデータについてはさらに差が大きくなる。そしてこの発明の量子化法によれば歪は $2^B$ 個のベクトル辞書を使ったベクトル量子化の歪と同程度となることが期待される。符号化情報量Bが20以上では、 $2^B$ の辞書が非現実的であることから、Bが20以上の場合の量子化ではこの発明のベクトル量子化法がきわめて有効となる。

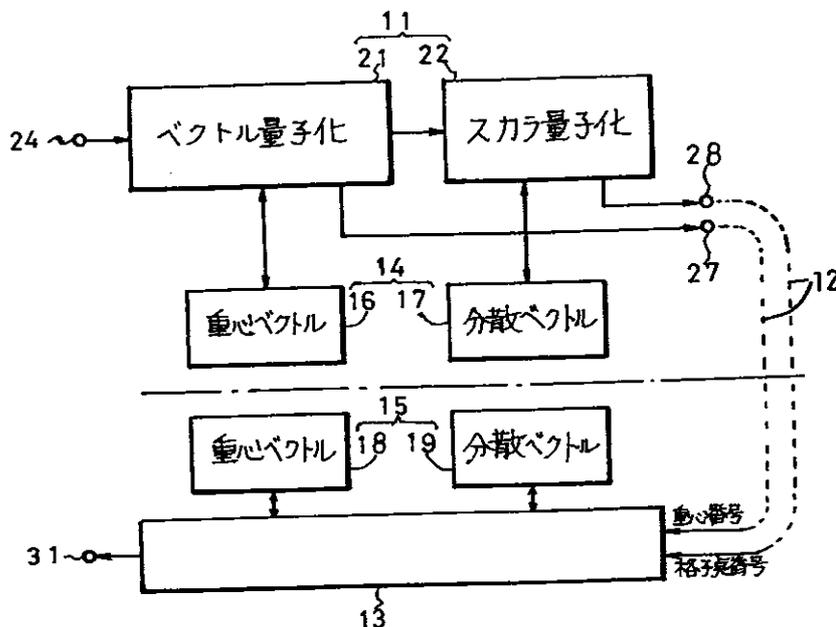
さらにBが変化する場合に、この発明のベクトル量子化法では格子点の設定の規則を定めておけば辞書を変更する必要がなく、サンプル値あたりの情報量(B/P)は細かく制御できる。通常のスカラ量子化ではサンプル値あたりの情報量は基本的に整数値に限定されるし、通常のベクトル量子化においてはBの変化ごとに別の辞書を用意しなければならない。

図面の簡単な説明

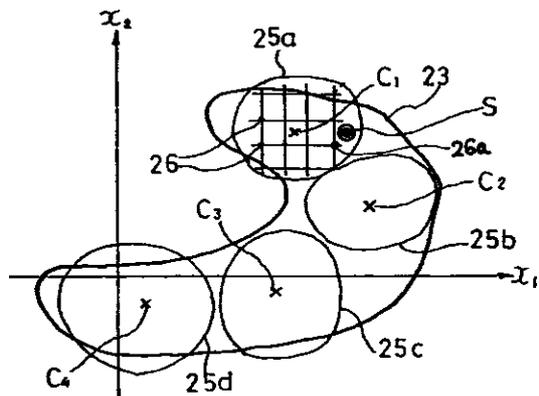
第1図はこの発明のベクトル量子化法を適用した入力データを符号化して伝送する情報伝送系の例を示すブロック図、第2図は2次元で偏りのある分布を持つデータの量子化例を示す図、第3図は音声の周波数領域でのサンプル値を使ったスカラ量子化法との比較例を示す図である。

11：符号器、12：通信路、13：復号器、14、15：辞書、16、18：重心ベクトル部、17、19：分散ベクトル部、21：ベクトル量子化部、22：スカラ量子化部。

第1図



第2図



第3図

