

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 ( A )

(11)特許出願公開番号

特開昭60 - 172844

(43)公開日 昭和60年(1985)9月6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	1/12			

審査請求 未請求 請求項の数 1

(全6頁)

(21)出願番号 特願昭59-13900

(22)出願日 昭和59年(1984)1月27日

(71)出願人 999999999  
日本電信電話株式会社  
東京

(72)発明者 守谷 健弘  
\*

(72)発明者 誉田 雅彰  
\*

(54)【発明の名称】樹木状量子化法

## (57)【要約】

〔目的〕歪の期待値(平均歪)をも記録した樹木状辞書を用いて1フレム内の各サンプルまたはベクトルに適応的に情報割り当てを行うことにより、1フレムに与えられた情報量のもとで歪の総和を小さくする。

〔構成〕符号器11において入力端子12を通じて入力された直列データのn個が入力バツファ13に順次柄納されて並列データ $x_1, x_2$ に変換される。辞書対応レジスタ群14は樹木状辞書が記憶されたメモリ15と接続され、位置レジスタ11, 12.....1nの各内容により重心レジスタ21, 22.....2n、平均歪2が歪レジスタ31, 32.....3nに格納される。復号器23側では辞書対応レジスタ25の内容に応じて最大値選択器25及びデータ指定レジスタ27により次の位置レジスタの選択が行われ、1フレ-

ムのn個のデータごとに符号器11で符号化され、復号器23で復号されるので、符号誤りの影響は次のフレムに及ばない。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】(1)一つのサンプルまたはベクトル値に対する樹木状探索型量子化器において、その領域分割に対応する節点に出力代表点だけでなく、その節点に対応する領域に属したときの平均歪を辞書として持ち、予め決められた複数のサンプルまたはベクトル値をまとめて所定の量子化情報量として量子化し、その量子化の際の各値に対する量子化情報の割り当て順序を、それまで符号化された各値の符号の平均歪を上記辞書から求め、その平均歪の大きい値のものから逐次一意に決定することを特徴とする樹木状量子化法。

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 昭60-172844

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和60年(1985)9月6日  
H 04 B 14/04 A-7323-5K  
H 03 M 1/12 7530-5J  
審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 樹木状量子化法  
⑯ 特 願 昭59-13900  
⑰ 出 願 昭59(1984)1月27日  
⑱ 発 明 者 守 谷 健 弘 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  
⑲ 発 明 者 菅 田 雅 彰 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  
⑳ 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  
㉑ 代 理 人 弁理士 草野 卓

明 細 書

1. 発明の名称

樹木状量子化法

2. 特許請求の範囲

(1) 一つのサンプルまたはベクトル値に対する樹木状探索型量子化器において、その領域分割に対応する節点に出力代表点だけでなく、その節点に対応する領域に属したときの平均歪を辞書として持ち、予め決められた複数のサンプルまたはベクトル値をまとめて所定の量子化情報量として量子化し、その量子化の際の各値に対する量子化情報の割り当て順序を、それまで符号化された各値の符号の平均歪を上記辞書から求め、その平均歪の大きい値のものから逐次一意に決定することを特徴とする樹木状量子化法。

3. 発明の詳細な説明

この発明は複数のサンプル値またはベクトル値を樹木状量子化法により量子化する量子化法に関するものである。

<従来技術>

量子化する場合に量子化の対象とする複数の系列を1フレームとし、1フレーム内で与えられた情報量で量子化歪を最小とすることを考える。通常の量子化では各サンプルまたはベクトル値に均一に情報ビットを与えて量子化する。即ち2<sup>b</sup>個に分けられた辞書の領域から入力に最も近いもの、即ち歪が一番小さいものを選択する。ところが領域に属する確率やその時の平均歪、即ち歪の期待値は領域ごとに異なっている。そこでこのばらつきを利用してそのひとつは生起確率の大きい領域に短い符号を割りあてる可変長符号化で、Huffman符号が代表的である。これにより平均符号長は短くできるが、符号長は変動し、一定速度で送出するため符号のバッファを必要とし、そのバッファのオーバーフローの問題が生じる。他のひとつは生起確率ではなく、その領域の歪の期待値(平均歪)の大きいところに多く情報を割り当て、つまり長い符号を与えることでフレーム全体の歪を小さくすることができる。しかしこの場合各サンプル値に与えられた符号長を示す補助情報が必要

で、必ずしも全情報は少なくならない。

一方フレーム全体を一つのベクトルとして量子化することで歪を小さくできるが、この場合フレーム長を大きくすると処理や記憶容量の点から非現実的となる。サンプル当りの平均情報量一定のもとで処理等はフレーム長のべき乗で増大するからである。

#### <発明の概要>

この発明は補助情報を送ることなく、またパツファを必要とする可変長符号とすることもなく、歪の期待値(平均歪)をも記録した樹木状辞書を用いて1フレーム内の各サンプルまたはベクトルに適応的に情報割り当てを行うことにより、1フレームに与えられた情報量のもとで歪の総和を小さくすることができる樹木状量子化法を提供するものである。

#### <実施例>

第1図はこの発明の量子化法に用いられる樹木状の階層的な辞書の例を示す。ここでは2進とし、1段は1ビットに対応する。この辞書を作るには

他著「Vector Quantizers and Predictive Quantizers for Gauβ-Markov Sources」IEEE Trans. COM-30, 1982年2月号381p~389pに記述された方法で実現される。従来においてはサンプルが何れの領域に属するかを決めそのサンプルをその領域で代表し、つまり量子化し、その量子化情報(重心値)のために各サンプルについて同一量(bビット)を割り当てていた。

この発明では予め決めた複数のサンプル(またはベクトル)値をまとめて所定の量子化情報量として量子化し、その量子化の際に前述した辞書による樹木状の量子化器を各サンプル(またはベクトル)値ごとの量子化に用い、複数のサンプル(またはベクトル)値に対して情報を適応的に割り当てて、歪の小さい量子化法を実現する。このとき樹木状量子化器の以下の性質を利用して量子化情報を各サンプル値に順次割り当てる。

即ち任意の領域  $A_i, A_j$  とその平均歪を  $\sigma_i, \sigma_j$  としたとき、領域  $A_i, A_j$  が相似形であり、かつ  $\sigma_i < \sigma_j$  であるならば、次の情報で分割した領域

#### 特開昭60-172844(2)

1個のサンプル(ベクトル)  $x_i$  とりうる値全体(領域  $A$ 、重心  $\bar{x}$ 、平均歪  $\sigma^2$ )を学習サンプルとして得て、この領域を2分し、その2分された各領域  $A_0, A_1$  につきそれぞれ重心  $\mu_0, \mu_1$  及びその領域に属した時の平均歪  $\sigma_0^2, \sigma_1^2$  を求め、更に領域  $A_0$  を領域  $A_{00}, A_{01}$  に分割し、これらにつき重心  $\mu_{00}, \mu_{01}$ 、平均歪  $\sigma_{00}^2, \sigma_{01}^2$  をそれぞれ求め、以下同様にして、各領域した領域を順次再分割することを繰り返す。各領域、つまり辞書の節点に記録する各領域  $A_j$  の重心点  $\mu_j$  とその領域に属したときの平均歪  $\sigma_j$  はコークッド距離で歪を定義すれば

$$\mu_j = \frac{\sum_{x_i \in A_j} x_i}{(\sum_{x_i \in A_j} 1)}$$

$$\sigma_j = \frac{\sum_{x_i \in A_j} \|x_i - \mu_j\|^2}{(\sum_{x_i \in A_j} 1)}$$

である。これらの各分母はその領域  $A_j$  におけるサンプル数を示す。このように領域を順次分割するが、その分割は歪を最小とするように重心点と境界を決められる。この分割法は例えば R.M. Gray

$A_{i0}, A_{i1}, A_{j0}, A_{j1}$  にそれぞれ属したときの平均歪  $\sigma_{i0}, \sigma_{i1}, \sigma_{j0}, \sigma_{j1}$  に対して

$$\sigma_{i0} < \sigma_{j0}, \sigma_{i1} < \sigma_{j1}$$

が成立する。領域分割数が多くなり、即ち木が深くなると各領域は相似と近似できるようになり、平均歪  $\sigma_i, \sigma_j$  の大きさを量子化情報を割り当てることで全体の歪を小さくすることが妥当となる。

例えば1フレーム3サンプルを1フレーム当りの量子化情報量を6ビットとし、第1図に示した辞書を用いて符号化、復号化する場合を第2図を参照して説明する。

量子化情報の割り当て、即ち伝送される符号の系列の順序は符号、復号で次の条件に従うことに決めておく。

- (i) ある時点までの符号で指定されるサンプルごとの領域を端点と呼ぶと、端点の平均歪が最も大きいところから情報を与える。その符号でサンプルの端点が1段深くなる。
- (ii) もし端点の平均歪が同一のサンプルが生ずれば、例えば番号の若いサンプルに情報を与

える。

第1段では分割前で3サンプルとも領域Aで平均歪は $\bar{\sigma}^2$ で、即ち3サンプルとも端点の歪は $\bar{\sigma}^2$ であるから前記条件(ii)に従って最も若い番号のサンプル1に量子化情報の1ビットを割り当て、サンプル1が領域A<sub>0</sub>、A<sub>1</sub>の各重心 $\mu_0$ 、 $\mu_1$ の何れに近いかを検出してサンプル1が領域A<sub>0</sub>かA<sub>1</sub>かの何れに属するかを判定し、この例では領域A<sub>0</sub>に属すると判定され、量子化情報の第1番目の符号①は第3図に示すように"0"とされる。

この時サンプル1の端点歪は $\sigma_0^2$ となり、他のサンプル2、3の端点歪は $\bar{\sigma}^2$ であり、 $\sigma_0^2 < \bar{\sigma}^2$ であるから、条件(i)、(ii)からサンプル2に量子化情報の1ビットを割り当てる。サンプル2について領域A<sub>0</sub>、A<sub>1</sub>の何れに属するか判定し、A<sub>1</sub>に属すると判定され、量子化情報の第2番目の符号②は"1"とされる。

同様にして次はサンプル3に情報が割り当てられ、第3番目の符号③はこの例では"1"とされる。この状態でのサンプル1、2、3の各端点

このように6ビットの量子化情報の各1個の符号ごとに領域の選択が決定され、同時に次の符号の量子化すべきサンプルが決定され、この例では1フレームに割り当てられた6ビットの量子化情報の各符号(ビット)について"0"か"1"かが決定される。この例ではサンプル1、2、3の1フレームについて、サンプル1は1ビット、サンプル2は3ビット、サンプル3は2ビットにそれぞれ量子化される。従来において3サンプルについて量子化情報量を6ビット割り当てる場合は、それぞれ同一量、即ち2ビットずつを割り当てるが、この発明では量子化情報の各ビット(符号)ごとに何れのサンプルに割り当てるかを順次決定し、常に歪が小さくなるように適応的に割り当てられる。

第4図はこの発明を適用した符号器、復号器の一例を示す。符号器11において入力端子12を通じて入力された直列データのn個が入力バッファ13に順次格納されて並列データx<sub>1</sub>、x<sub>2</sub>に変換される。ここでnは1フレームあたりのデータ

特開昭60-172844(3)

(領域)はA<sub>0</sub>、A<sub>1</sub>、A<sub>2</sub>であつてその平均歪はそれぞれ $\sigma_0^2$ 、 $\sigma_1^2$ 、 $\sigma_2^2$ であり、 $\sigma_0^2 < \sigma_1^2$ とすると、次の情報の割り当ては条件(i)によりサンプル2、3の何れかとなるから、条件(ii)からサンプル2となる。サンプル2について辞書から重心 $\mu_{10}$ 、 $\mu_{11}$ の何れに近いかを見てこの例では領域A<sub>10</sub>に属すると判定され、第4番目の符号④は"0"とされる。

この結果サンプル1、2、3の各端点はA<sub>0</sub>、A<sub>10</sub>、A<sub>1</sub>となり、その平均歪は $\sigma_0^2$ 、 $\sigma_{10}^2$ 、 $\sigma_1^2$ であり、そのうちの最も大きい歪は $\sigma_{10}^2$ であるから、第5番目の符号⑤はサンプル3に割り当てられ、同様にして領域A<sub>11</sub>に属すると判定され、符号⑥は"1"とされる。

この結果サンプル1、2、3の各端点はA<sub>0</sub>、A<sub>10</sub>、A<sub>11</sub>となり、これらの平均歪について $\sigma_{11}^2 < \sigma_{10}^2 < \sigma_1^2$ が成り立っているとすると、第6番目の符号⑦はサンプル2に与えられる。サンプル2が領域A<sub>100</sub>、A<sub>101</sub>中のA<sub>100</sub>に属すると判定され符号⑧は"0"とされる。

数であり、各データは情報源のアナログまたはデジタルのサンプル値あるいはベクトル値である。

そのn個の入力データと対応して辞書対応レジスタ群14がn組設けられる。それぞれは樹木状辞書の位置を示す位置レジスタ1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub>、...、1<sub>n</sub>と、これら位置レジスタ1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub>、...、1<sub>n</sub>に格納された各位置の次の段の二つ(2進木の場合)の領域の重心値を格納する重心レジスタ2<sub>1</sub>、2<sub>2</sub>、...、2<sub>n</sub>と、位置レジスタ1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub>、...、1<sub>n</sub>の位置の領域の平均歪を格納する歪レジスタ3<sub>1</sub>、3<sub>2</sub>、...、3<sub>n</sub>とから成る。初期状態では樹木状辞書の樹木の根の領域、前記第1図の例ではAが各位置レジスタ1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub>、...、1<sub>n</sub>に格納される。辞書対応レジスタ群14は第1図に示したような樹木状辞書が記憶されたメモリ15と接続され、位置レジスタ1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub>、...、1<sub>n</sub>の各内容によりその領域の次段の二つの領域A<sub>0</sub>、A<sub>1</sub>の重心値、前記例では $\mu_0$ 、 $\mu_1$ がそれぞれ読出されて重心レジスタ2<sub>1</sub>、2<sub>2</sub>、...、2<sub>n</sub>に格納され、また各位置レジスタ1<sub>1</sub>、1<sub>2</sub>、...、1<sub>n</sub>の各内容の領域における平均歪 $\bar{\sigma}^2$ が歪レジスタ3<sub>1</sub>、3<sub>2</sub>、...、3<sub>n</sub>に格納される。

## 特開昭60-172844(4)

セレクタ16で入力データ $x_1, x_2, \dots, x_n$ の一つ $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ )と重心レジスタ $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ の対応するもの $2_i$ に記憶された二つの重心値とを選択して、これらを比較器17で比較し、データ $x_i$ に近い方の重心値を選ぶことにより、即ち樹木の分岐を何れに選ぶかにより符号が"0"か"1"かが決定され、その符号を伝送路18へ送出する。

セレクタ16において、 $n$ 組のデータ $x_1, x_2, \dots, x_n$ と重心レジスタ $2_1, 2_2, \dots, 2_n$ との対のうち、どの対を選んで符号化するかはデータ指定レジスタ19で決める。このデータの選択は各データの辞書対応レジスタの歪の値から決められる。即ち歪レジスタ $3_1, 3_2, \dots, 3_n$ は最大値選択器21に接続され、その平均歪が最大となるレジスタと対をなすデータが最大値選択器21で指定され、同じ平均歪ならデータ番号の若いものが指定される。先に述べたように1フレームの最初は、 $n$ 個の位置レジスタ $1_1, 1_2, \dots, 1_n$ はすべて樹木の根の領域Aを指しており、平均歪もすべて同じになっている。

また辞書対応レジスタ群25が設けられ、つまり位置レジスタ $4_1, 4_2, \dots, 4_n$ 、重心レジスタ $5_1, 5_2, \dots, 5_n$ 、歪レジスタ $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ が設けられる。初期状態では位置レジスタ $4_1, 4_2, \dots, 4_n$ にそれぞれ領域Aが格納され、これに伴い歪レジスタ $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ には $\bar{0}^2$ がそれぞれ格納され、重心レジスタ $5_1, 5_2, \dots, 5_n$ にはそれぞれ $\bar{0}$ が格納される。復号器23では重心レジスタ $5_1, 5_2, \dots, 5_n$ にそれぞれ位置レジスタ $4_1, 4_2, \dots, 4_n$ の領域の重心値が格納される。歪レジスタ $6_1, 6_2, \dots, 6_n$ の平均歪の最大のを格納した位置レジスタが最大値選択器26で選択され、その選択結果にもとずきデータ指定レジスタ27でデータ指定レジスタ19と同様の条件で一つの位置レジスタを指定し、その指定によりセレクタ28を制御してその時伝送路18を通じて送られて来た第1番目の符号を選択した位置レジスタに与えて、その符号により分岐を一段進めて位置レジスタの内容を変え、対応する重心レジスタにその段の重心値を、歪レジスタにその段の平均歪を読込む。復号器23側におい

るため、1番目のデータ $x_1$ から順次選択されることになる。

その選択されたデータに対して先に述べたように二つの重心との比較が行われ、1個の符号が決められるとそれが伝送される。これと同時にセレクタ22で現在選択されているデータのための辞書対応レジスタが更新される。即ち符号により分岐を一段進めて位置レジスタの内容を変え、辞書上の新しい位置での平均歪とその次の段の二つの重心値とがそれぞれ対応する歪レジスタ及び重心レジスタに読みこまれる。その後再び最大値選択器21の選択によりデータ指定レジスタ19により、セレクタ16が制御されて、次の符号の決定が行われる。以下同様にして1符号ごとに辞書対応レジスタ群14に保持された各データの状態から符号化されるデータが決定され、それについて符号化されて伝送される。この符号によって辞書対応レジスタ群14の状態が更新される。

復号器23側では符号器11のメモリ15内の樹木状辞書と同一の辞書がメモリ24に記憶され、

1フレームのデータ数 $n$ 、量子化情報量は予め知られており、従つてこの例では受信符号の第1番目から第 $n$ 番目はデータ番号の若い順に割り当てられた符号であり、各データの1ビット目がそれぞれ復号される。

このようにして位置レジスタ $4_1, 4_2, \dots, 4_n$ のすべてに対し、一段分岐が進められると、その時の辞書対応レジスタ25の内容に応じて最大値選択器25及びデータ指定レジスタ27により次の位置レジスタの選択が行われるが、その選択は符号器11における場合と全く同様になり、その選択された位置レジスタに対し、第 $n+1$ 番目の受信符号により分岐が一段進められる。このようにして順次一符号ずつ受信され、1フレーム分の符号を受信し終ると、その時の重心レジスタ $5_1, 5_2, \dots, 5_n$ の各重心値が出力バッファ29に並列に入力され、出力バッファ29の内容は出力端子31に直列データに変換されて出力される。

1フレームの $n$ 組のデータごとに上記の手順が繰返されて符号器11で符号化され、復号器23

特開昭60-172844(5)

で復号される。各フレームごとに状態が初期化されるため、符号誤りの影響は次のフレームに及ばない。

<効果>

入力データの統計的分布に十分適応した樹木状量子化器を使つて量子化をする場合は、均一に量子化情報を与える場合と全情報量がまったく同じで全体の歪を小さくできる。情報量一定で歪を最小とする情報割り当てによつて歪は(相乗平均/相加平均)の割合で小さくなる。例えばjビットの辞書の歪の期待値(平均歪) $\sigma_j^2$ で( $i=1\cdots N$ ) ( $N=2^j$ )SN比の改善は  $F=10 \log_{10}$

$$\left( \frac{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2 / N}{(\sum_{i=1}^N \sigma_i^2)^{1/N}} \right) \text{ [dB]}$$
 程度である。

情報源の分布に大きな開りがある場合、それを領域分割して辞書を作成すると平均歪 $\sigma_j^2$ の変動も大きくなることが知られており、この発明の量子化の情報割り当ての効果が高くなる。音声や画像のデータを100サンプル以上のフレームでサン

ブル当たり1ビット程度で量子化する場合などには特に有効である。また符号誤りは1フレーム内だけの影響にとどまることもこの発明の大きき特徴である。

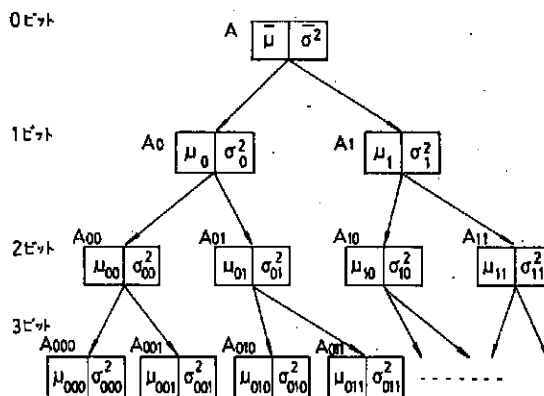
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の量子化法に用いる一つのサンプルに対応する樹木状量子化器の辞書の一例を示す図、第2図はこの発明の量子化法により量子化情報割り当てと符号化の手順の例を示す図、第3図は第2図の手順により符号化された符号系列の例を示す図、第4図はこの発明の量子化法を実施する符号器及び復号器の例を示すブロック図である。

- 1<sub>1</sub> ~ 1<sub>n</sub>, 4<sub>1</sub> ~ 4<sub>n</sub> : 位置レジスタ、2<sub>1</sub> ~ 2<sub>n</sub>,
- 5<sub>1</sub> ~ 5<sub>n</sub> : 歪レジスタ、3<sub>1</sub> ~ 3<sub>n</sub>, 5<sub>1</sub> ~ 5<sub>n</sub> : 歪レジスタ、
- 11 : 符号器、12 : 入力端子、13 : 入力バッファ、
- 14, 25 : 辞書対応レジスタ群、15, 24 : 樹木状辞書を記憶したメモリ、
- 16, 22, 28 : セレクタ、17 : 比較器、19, 27 : データ指定レジスタ、21,

- 26 : 最大値選択器、29 : 出力バッファ、31 : 出力端子。

図1

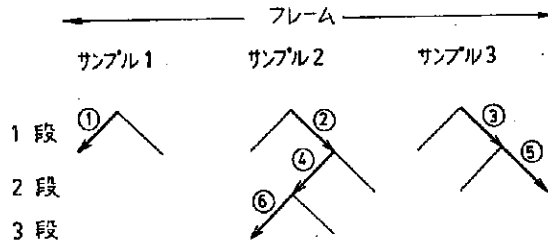


特許出願人 日本電信電話公社

代理人 草野 卓

特開昭60-172844(6)

カ 2 図



カ 3 図

符号系列

- |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |

カ 4 図

