

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5780686号
(P5780686)

(45) 発行日 平成27年9月16日(2015.9.16)

(24) 登録日 平成27年7月24日(2015.7.24)

| | | | | | |
|----------------|--------------|------------------|----------------|-------|---------|
| (51) Int.Cl. | | F I | | | |
| G 1 O L | 19/06 | (2013.01) | G 1 O L | 19/06 | B |
| G 1 O L | 19/16 | (2013.01) | G 1 O L | 19/16 | 1 O O Z |
| G 1 O L | 19/13 | (2013.01) | G 1 O L | 19/13 | |

請求項の数 25 (全 20 頁)

| | | | |
|--------------|-------------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2014-168381 (P2014-168381) | (73) 特許権者 | 000004226 |
| (22) 出願日 | 平成26年8月21日(2014.8.21) | | 日本電信電話株式会社 |
| (62) 分割の表示 | 特願2011-518455 (P2011-518455) の分割 | | 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 |
| 原出願日 | 平成22年6月1日(2010.6.1) | (74) 代理人 | 100127535 |
| (65) 公開番号 | 特開2014-222369 (P2014-222369A) | | 弁理士 豊田 義元 |
| (43) 公開日 | 平成26年11月27日(2014.11.27) | (74) 代理人 | 100159190 |
| 審査請求日 | 平成26年8月21日(2014.8.21) | | 弁理士 渡部 比呂志 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2009-134370 (P2009-134370) | (72) 発明者 | 鎌本 優 |
| (32) 優先日 | 平成21年6月3日(2009.6.3) | | 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日 本電信電話株式会社内 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | (72) 発明者 | 原田 登 |
| | | | 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日 本電信電話株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PARCOR係数量子化方法、装置、プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

PARCOR係数の量子化を行うPARCOR係数量子化ステップを有するPARCOR係数量子化方法において、

上記PARCOR係数が所定ビット数を持つ値として表されているとして、

上記PARCOR係数量子化ステップでは、

入力された上記PARCOR係数の絶対値が大きいほど、最上位ビットから最下位ビットへ向かってより多くの有効ビットを含んで表される値を出力することを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

【請求項2】

PARCOR係数の量子化を行うPARCOR係数量子化ステップを有するPARCOR係数量子化方法において、

上記PARCOR係数がRビットの値として表されているとし、Uを1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、Vを0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、

上記PARCOR係数量子化ステップは、

(a) 上記PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列を求めるステップと、

(b) 上記PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列のうち最上位ビットからUビットを取得するステップと、

(c) 上記ステップ(b)で得られたUビットの値をWとして、上記PARCOR係数Kの絶対

値 L を表すビット列のうち最上位ビットから $(U + V + W)$ ビットを取得するステップとを有することを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

【請求項 3】

入力されたPARCOR係数 K に対応する量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化方法において、

上記PARCOR係数 K が R ビットの値として表されているとし、 U を 1 以上 $\{R - (2^U - 1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、 V を 0 以上 $\{R - (2^U - 1) - U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、

上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を求めるステップと、

上記絶対値 L を表すビット列のうちの最上位ビットから U ビットの値を W として、
上記量子化済PARCOR係数の最上位ビットから $(U + V + W)$ ビットのビット列が上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列のうちの最上位ビットから $(U + V + W)$ ビットのビット列であり、上記量子化済PARCOR係数のその他のビットが 0 である、上記量子化済PARCOR係数を得るステップと

を含むPARCOR係数量子化ステップ

を有することを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

【請求項 4】

入力されたPARCOR係数 K に対応する量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化方法において、

上記PARCOR係数 K が R ビットの値として表されているとし、 U を 1 以上 $\{R - (2^U - 1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、 V を 0 以上 $\{R - (2^U - 1) - U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、

上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を求めるステップと、

上記絶対値 L を表すビット列のうちの最上位ビットから U ビットの値を W として、
上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列のうち最上位ビットから $(U + V + W)$ ビットの値に対応する量子化済PARCOR係数を参照テーブルから取得するステップと

を含むPARCOR係数量子化ステップ

を有することを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

【請求項 5】

入力されたPARCOR係数 K に対応する量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化方法において、

上記PARCOR係数 K が R ビットの値として表されているとし、 U を 1 以上 $\{R - (2^U - 1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、 V を 0 以上 $\{R - (2^U - 1) - U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、

上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を求めるステップと、

上記絶対値 L を表すビット列のうちの最上位ビットから U ビットの値を W として、
上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を下位方向に $(R - U - V - W)$ ビットシフトし、次いで 0 詰めで上位方向に $(R - U - V - W)$ ビットシフトして、量子化済PARCOR係数を得るステップと

を含むPARCOR係数量子化ステップ

を有することを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

【請求項 6】

入力されたPARCOR係数 K に対応する量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化方法において、

上記PARCOR係数 K が R ビットの値として表されているとし、 U を 1 以上 $\{R - (2^U - 1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、 V を 0 以上 $\{R - (2^U - 1) - U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、

上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を求めるステップと、

上記絶対値 L を表すビット列のうちの最上位ビットから U ビットの値を W として、
上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列と、最上位ビットから $(U + V + W)$ ビット

が 1 でありその他のビットが 0 であるビット列と、のビット単位の AND 演算により量子化済PARCOR係数を得るステップとを含むPARCOR係数量子化ステップを有することを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

【請求項 7】

請求項 2 に記載のPARCOR係数量子化方法であって、
上記PARCOR係数量子化ステップは、さらに、
(d) 上記ステップ (c) で得られた (U + V + W) ビットに、上記PARCOR係数 K の符号ビットを付加するステップ
を有することを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

10

【請求項 8】

請求項 3 から請求項 6 のいずれかに記載のPARCOR係数量子化方法であって、
上記PARCOR係数量子化ステップは、さらに、
上記得られた量子化済PARCOR係数のビット列に、上記PARCOR係数 K の符号ビットを付加したものを量子化済PARCOR係数として出力するステップ
を有することを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載のPARCOR係数量子化方法であって、
入力されたPARCOR係数の系列のうち少なくとも一部のPARCOR係数に対して上記PARCOR係数量子化ステップが実行される
ことを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

20

【請求項 10】

請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載のPARCOR係数量子化方法であって、
入力された 1 次から P 次までのPARCOR係数の系列 $K(1)$, $K(2)$, ..., $K(P)$ のうち、予め定められた次数以下または当該次数よりも小さい次数のPARCOR係数に対して上記PARCOR係数量子化ステップが実行される
ことを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載のPARCOR係数量子化方法であって、
入力されたPARCOR係数の系列のうち、予め定められた閾値以上または当該閾値よりも大きい値を持つPARCOR係数に対して上記PARCOR係数量子化ステップが実行される
ことを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

30

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 8 のいずれかに記載のPARCOR係数量子化方法であって、
入力されたPARCOR係数の系列の算出に使われた信号のサンプル数が、予め定められた閾値以下または当該閾値よりも小さい場合に、入力されたPARCOR係数の系列のうち少なくとも一部のPARCOR係数に対して上記PARCOR係数量子化ステップが実行される
ことを特徴とするPARCOR係数量子化方法。

【請求項 13】

PARCOR係数の量子化を行うPARCOR係数量子化部を有するPARCOR係数量子化装置において、

40

上記PARCOR係数が所定ビット数を持つ値として表されているとして、
上記PARCOR係数量子化部は、
入力された上記PARCOR係数の絶対値が大きいほど、最上位ビットから最下位ビットへ向かってより多くの有効ビットを含んで表される値を出力する
ことを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項 14】

PARCOR係数の量子化を行うPARCOR係数量子化部を有するPARCOR係数量子化装置において、

上記PARCOR係数が R ビットの値として表されているとし、U を 1 以上 $\{R - (2^U - 1)\}$

50

未満を満たす予め定められた整数とし、 V を0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、

上記PARCOR係数量子化部は、

上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を求める第1処理部と、

上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列のうち最上位ビットから U ビットを取得する第2処理部と、

上記第2処理部によって得られた U ビットの値を W として、上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列のうち最上位ビットから $(U + V + W)$ ビットを取得する第3処理部とを含むことを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項15】

入力されたPARCOR係数 K に対応する量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化装置であって、

上記PARCOR係数 K が R ビットの値として表されているとし、 U を1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、 V を0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、

上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を求め、

上記絶対値 L を表すビット列のうちの最上位ビットから U ビットの値を W として、上記量子化済PARCOR係数の最上位ビットから $(U + V + W)$ ビットのビット列が上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列のうちの最上位ビットから $(U + V + W)$ ビットのビット列であり、上記量子化済PARCOR係数のその他のビットが0である、上記量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化部

を含むことを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項16】

入力されたPARCOR係数 K に対応する量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化装置であって、

上記PARCOR係数 K が R ビットの値として表されているとし、 U を1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、 V を0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、

上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を求め、

上記絶対値 L を表すビット列のうちの最上位ビットから U ビットの値を W として、上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列のうち最上位ビットから $(U + V + W)$ ビットの値に対応する量子化済PARCOR係数を参照テーブルから取得するPARCOR係数量子化部を含むことを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項17】

入力されたPARCOR係数 K に対応する量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化装置であって、

上記PARCOR係数 K が R ビットの値として表されているとし、 U を1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、 V を0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、

上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を求め、

上記絶対値 L を表すビット列のうちの最上位ビットから U ビットの値を W として、上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を下位方向に $(R - U - V - W)$ ビットシフトし、次いで0詰め得上位方向に $(R - U - V - W)$ ビットシフトして、量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化部を含むことを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項18】

入力されたPARCOR係数 K に対応する量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化装置であって、

上記PARCOR係数 K が R ビットの値として表されているとし、 U を1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、 V を0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定

10

20

30

40

50

められた整数として、

上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列を求め、

上記絶対値 L を表すビット列のうちの最上位ビットから U ビットの値を W として、上記PARCOR係数 K の絶対値 L を表すビット列と、最上位ビットから $(U + V + W)$ ビットが 1 でありその他のビットが 0 であるビット列と、のビット単位の AND 演算により量子化済PARCOR係数を得るPARCOR係数量子化部を含むことを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項 19】

請求項 14 に記載のPARCOR係数量子化装置であって、

上記PARCOR係数量子化部は、さらに、

上記第 3 処理部で得られた $(U + V + W)$ ビットに、上記PARCOR係数 K の符号ビットを付加する第 4 処理部を含むことを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項 20】

請求項 15 から請求項 18 のいずれかに記載のPARCOR係数量子化装置であって、

上記PARCOR係数量子化部は、さらに、

上記得られた量子化済PARCOR係数のビット列に、上記PARCOR係数 K の符号ビットを付加したものを量子化済PARCOR係数として出力することを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項 21】

請求項 13 から請求項 20 のいずれかに記載のPARCOR係数量子化装置であって、

入力されたPARCOR係数の系列のうち少なくとも一部のPARCOR係数に対して上記PARCOR係数量子化部が実行されることを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項 22】

請求項 13 から請求項 20 のいずれかに記載のPARCOR係数量子化装置であって、

入力された 1 次から P 次までのPARCOR係数の系列 $K(1)$, $K(2)$, ..., $K(P)$ のうち、予め定められた次数以下または当該次数よりも小さい次数のPARCOR係数に対して上記PARCOR係数量子化部が実行されることを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項 23】

請求項 13 から請求項 20 のいずれかに記載のPARCOR係数量子化装置であって、

入力されたPARCOR係数の系列のうち、予め定められた閾値以上または当該閾値よりも大きい値を持つPARCOR係数に対して上記PARCOR係数量子化部が実行されることを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項 24】

請求項 13 から請求項 20 のいずれかに記載のPARCOR係数量子化装置であって、

入力されたPARCOR係数の系列の算出に使われた信号のサンプル数が、予め定められた閾値以下または当該閾値よりも小さい場合に、入力されたPARCOR係数の系列のうち少なくとも一部のPARCOR係数に対して上記PARCOR係数量子化部が実行されることを特徴とするPARCOR係数量子化装置。

【請求項 25】

コンピュータを請求項 13 から請求項 24 のいずれかに記載されたPARCOR係数量子化装置として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、音響信号などのデジタル時系列信号のロスレス符号化技術に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

例えば図 1 に示すように、入力信号が N サンプルのフレーム毎に処理されるとする。入力信号を $X_0(n)$ ($n=1, 2, \dots, N$) とする。許容される PARCOR 係数の最大次数を P_{\max} 次とする。

【 0 0 0 3 】

線形予測分析部 9 0 1 は入力信号 $X_0(n)$ から Levinson-Durbin 法や Burg 法などにより、予め定めた最大次数である P_{\max} 次までの PARCOR 係数 $K_0(1), K_0(2), \dots, K_0(P_{\max})$ を算出し、なんらかの方法（例えば特許文献 1 参照）で求めた最適次数 P_0 と P_0 次までの PARCOR 係数系列 $K_0 = (K_0(1), K_0(2), \dots, K_0(P_0))$ を出力する。

【 0 0 0 4 】

量子化部 9 0 3 は PARCOR 係数系列 K_0 を量子化し、量子化済 PARCOR 係数系列 $K'_0 = (K'_0(1), K'_0(2), \dots, K'_0(P_0))$ を出力する。逆変換部 9 0 5 は量子化済 PARCOR 係数系列 K'_0 を線形予測係数系列 $a'_0 = (a'_0(1), a'_0(2), \dots, a'_0(P_0))$ に変換して出力する。フィルタ 9 0 7 は線形予測係数系列 $a'_0 = (a'_0(1), a'_0(2), \dots, a'_0(P_0))$ をフィルタ係数として、式 (1) に従って入力信号 $X_0(n)$ ($n=1, 2, \dots, N$) を P_0 次でフィルタリングし、予測残差 $e_0(n)$ ($n=1, 2, \dots, N$) を得る。ただし、 $a'_0(0)=1$ とする。記号 " \times " は乗算を表す。

【 数 1 】

$$e_0(n) = \sum_{i=0}^{P_0} a'_0(i) \times X_0(n-i) \quad \dots(1)$$

【 0 0 0 5 】

残差符号化部 9 1 1 は予測残差 $e_0(n)$ を例えばエントロピー符号化し、残差符号 Ce_0 を出力する。係数符号化部 9 0 9 は最適次数 P_0 と量子化済 PARCOR 係数系列 $K'_0 = (K'_0(1), K'_0(2), \dots, K'_0(P_0))$ を符号化し、係数符号 Ck_0 を出力する。符号合成部 9 1 3 は残差符号 Ce_0 と係数符号 Ck_0 を合わせたものを合成符号 Ca_0 として出力する。

【 0 0 0 6 】

量子化部 9 0 3 は、効果的に符号を送るために PARCOR 係数を量子化している。

従来技術の例として PARCOR 係数を線形量子化した場合を図 2 に示す。PARCOR 係数系列 K_0 に含まれる各 PARCOR 係数は -1 から +1 の範囲の実数値を持つ。この各 PARCOR 係数が 16 ビットの精度で計算されたとし、各 PARCOR 係数を 32768 倍した値を 16 ビットの符号付き整数で表現すると、各 PARCOR 係数は -32768 から +32767 の値を持っていることになる。つまり、 $-(32768/32768)=-1$ が 16 ビットの符号付き整数で表現された -32768 に対応し、 $+(32767/32768) +1$ が 16 ビットの符号付き整数で表現された +32767 に対応する。これら 16 ビットの符号付き整数表現の値それぞれを 4 ビットで線形量子化したとする。つまり、PARCOR 係数系列 K_0 に含まれる各 PARCOR 係数を 32768 倍した値の 16 ビットの符号付き整数表現を上位 4 ビットの値だけを残し下位 12 ビットが 0 詰めされた値を 32768 で除算した結果が、量子化済 PARCOR 係数系列 K'_0 となる。量子化済 PARCOR 係数系列 K'_0 に含まれる各量子化済 PARCOR 係数は 4 ビットの精度の値なので、量子化による誤差は 16 ビットの精度と比べて大きくなるが、量子化済 PARCOR 係数系列 K'_0 に含まれる各量子化済 PARCOR 係数を表す符号量も 4 ビットで十分となり、どれだけ粗く量子化するかは量子化誤差と符号量とのトレードオフとなる。

【 0 0 0 7 】

そこで従来のロス（歪み）のある音声符号化では、PARCOR 係数を少ない符号量で符号化した場合での聴感上の音質劣化を防ぐために、スペクトル歪みを尺度として PARCOR 係数の量子化を行っていた。非特許文献 1 ~ 3 に開示されるように、関数 \arcsin や関数 \tanh を使って非線形量子化を行い、次数に応じてビット割り当てを変えている。また、非特許文献 4 に開示されるように、音響信号のロスレス符号化 MPEG-4 ALS ではルート（根号）を含む非線形関数を用いている。いずれにせよ、PARCOR 係数の感度の高い（誤差が大きくなる）-1 と +1 付近の値を細かく量子化し、0 付近を粗く量子化することで予測残差 $e_0(n)$ が大きくならないように、PARCOR 係数系列 K_0 の量子化を行っている。ただし、非線形量子化の場合は線形量子化と比べてより複雑な処理が必要となる。

【 先行技術文献 】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2009 - 69309号公報

【非特許文献】

【0009】

【非特許文献1】北脇，板倉，斎藤，“PARCOR形音声分析合成系における最適符号構成”，電子通信学会論文誌，Vol.J61-A，No.2，pp.119-126

【非特許文献2】東倉，板倉，“PARCOR帯域圧縮方式における音声品質向上”，電子通信学会論文誌，Vol.J61-A，No.3，pp.254-261

【非特許文献3】北脇，板倉，“PARCOR係数の非線形量子化と不均一標本化による音声の能率的符号化”，電子通信学会論文誌，Vol.J61-A，No.6，pp.543-550

【非特許文献4】T. Liebchen, et. al., “The MPEG-4 Audio Lossless Coding (ALS) Standard -Technology and Applications,” AES 119th Convention, New York, USA, October, 2005.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従来のロスのある音声符号化で用いられているPARCOR係数の量子化方法（非特許文献1～3参照）では聴感上の歪み最小化が基準となるように量子化器が設計されている。聴感上の歪みを最小化しても入力信号の線形予測残差のエントロピーは最小化されず、その符号量は最小化されない。このため、この基準を用いてもロスレス符号化での符号量は最小化されないという問題がある。

【0011】

そこで本発明は、高圧縮ロスレス符号化のためのPARCOR係数量子化技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、PARCOR係数の量子化を行う際に、PARCOR係数が所定ビット数を持つ値として表されているとして、入力されたPARCOR係数の絶対値が大きいほど、最上位ビットから最下位ビットへ向かってより多くの有効ビットを含んで表される値を出力することを特徴とする。

また、本発明は、PARCOR係数の量子化を行う際に、PARCOR係数がRビットの値として表されているとし、Uを1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、Vを0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列を求め、PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列のうち最上位ビットからUビットを取得し、得られたUビットの値をWとして、PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列のうち最上位ビットから $(U+V+W)$ ビットを取得することを特徴とする。

また、本発明は、PARCOR係数Kの量子化値である量子化済PARCOR係数を得る際に、PARCOR係数KがRビットの値として表されているとし、Uを1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、Vを0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列を求め、絶対値Lを表すビット列のうち最上位ビットからUビットの値をWとして、上記量子化済PARCOR係数の最上位ビットから $(U+V+W)$ ビットのビット列が上記PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列のうちの最上位ビットから $(U+V+W)$ ビットのビット列であり、上記量子化済PARCOR係数のその他のビットが0である、上記量子化済PARCOR係数を得ることを特徴とする。

【0013】

また、本発明は、PARCOR係数Kの量子化値である量子化済PARCOR係数を得る際に、PARCOR係数KがRビットの値として表されているとし、Uを1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、Vを0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数と

10

20

30

40

50

して、PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列を求め、絶対値Lを表すビット列のうちの最上位ビットからUビットの値をWとして、PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列のうち最上位ビットから(U+V+W)ビットの値に対応する量子化済PARCOR係数を参照テーブルから取得することを特徴とする。

また、本発明は、PARCOR係数Kの量子化値である量子化済PARCOR係数を得る際に、PARCOR係数KがRビットの値として表されているとし、Uを1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、Vを0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列を求め、絶対値Lを表すビット列のうちの最上位ビットからUビットの値をWとして、PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列を下位方向に(R-U-V-W)ビットシフトし、次いで0詰めで上位方向に(R-U-V-W)ビットシフトして、量子化済PARCOR係数を得ることを特徴とする。

10

また、本発明は、PARCOR係数Kの量子化値である量子化済PARCOR係数を得る際に、PARCOR係数KがRビットの値として表されているとし、Uを1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、Vを0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数として、PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列を求め、絶対値Lを表すビット列のうちの最上位ビットからUビットの値をWとして、PARCOR係数Kの絶対値Lを表すビット列と、最上位ビットから(U+V+W)ビットが1でありその他のビットが0であるビット列と、のビット単位のAND演算により量子化済PARCOR係数を得ることを特徴とする。

【0014】

要するに、エントロピー最小化基準の下で、PARCOR係数の感度の高い-1と+1付近の値を細かく量子化し、0付近を粗く量子化するのである。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明に拠れば、エントロピー最小化基準でPARCOR係数を量子化するのでロスレス符号化の圧縮率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】従来のPARCOR係数の量子化を含む符号化処理の機能構成例を示す図。

【図2】従来のPARCOR係数の量子化の一例を示す図。

【図3】PARCOR係数の割り当てビット数と線形予測残差の符号量との関係を示す図。

30

【図4】実施例1および2のPARCOR係数量子化を含む符号化処理の機能構成例を示す図。

【図5】実施例2のPARCOR係数量子化の処理フローを示す図。

【図6】実施例3のPARCOR係数量子化を含む符号化処理の機能構成例を示す図。

【図7】参照テーブルの例を示す図。

【図8】実施例3のPARCOR係数量子化の処理フローを示す図。

【図9】実施例4のPARCOR係数量子化の処理フローを示す図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

日本国公開特許公報2009-69309に開示されているように、PARCOR係数を用いて予測残差のエネルギーを見積もることができる。平均0(平均が0で無ければ平均値(バイアス)分を全サンプルから予め引けばよい)の入力信号 $X_0(n)$ ($n=1,2,\dots,N$)の1フレームあたりのエネルギー $E_0(0)$ は式(2)で表される。

40

【数2】

$$E_0(0) = \sum_{n=1}^N (X_0(n))^2 \quad \dots(2)$$

【0018】

PARCOR係数 $K_0(1)$ を用いて、1次の線形予測を行ったときの予測残差のエネルギー $E_0(1)$ は式(3)で表される。

50

【数3】

$$EO(1) = EO(0) \times (1 - KO(1)^2) \quad \dots(3)$$

【0019】

PARCOR係数 $KO(2)$ を用いて、2次の線形予測を行ったときの予測残差のエネルギー $EO(2)$ は式(4)で表される。

【数4】

$$EO(2) = EO(1) \times (1 - KO(2)^2) \quad \dots(4)$$

10

【0020】

これを P_{\max} 次まで繰り返すと、 P_{\max} 次の線形予測を行ったときの予測残差のエネルギー $EO(P_{\max})$ は式(5)で表される。

【数5】

$$EO(P_{\max}) = EO(0) \prod_{i=1}^{P_{\max}} (1 - KO(i)^2) \quad \dots(5)$$

【0021】

平均0、分散 σ^2 (すなわちエネルギーを N で割ったもの)のガウス分布のエントロピーは式(6)で表される。

20

【数6】

$$H_G(\sigma^2) = \log_2 \left(\sqrt{2\pi e \sigma^2} \right) \quad \dots(6)$$

【0022】

平均0、分散 σ^2 (すなわちエネルギーを N で割ったもの)のラプラス分布のエントロピーは式(7)で表される。

【数7】

$$H_L(\sigma^2) = \log_2 \left(\sqrt{2e^2 \sigma^2} \right) \quad \dots(7)$$

【0023】

いずれの場合も分散 σ^2 に依存しており、エントロピーは、 β を定数として式(8)で表される。

30

【数8】

$$H_0(\sigma^2) = \beta + \frac{1}{2} \log_2(\sigma^2) \quad \dots(8)$$

【0024】

定数 β の値は、式(6)よりガウス分布の場合に約2であり、式(7)よりラプラス分布の場合に約1.7である。

【0025】

式(5)と式(8)より、最適次数である P_0 次の線形予測を行ったときの予測残差のエントロピー $H_0(P_0)$ は、つまり予測残差1サンプルに必要な平均推定ビット数は、式(9)で表される。

40

【数9】

$$\begin{aligned}
 H_o(P_o) &= \beta + \frac{1}{2} \log_2(E_o(P_o)/N) \\
 &= \beta + \frac{1}{2} \log_2\left(E_o(0) \prod_{i=1}^{P_o} (1 - K_o(i)^2) / N\right) \\
 &= \beta + \frac{1}{2} \log_2\left((E_o(0)/N) \times \prod_{i=1}^{P_o} (1 - K_o(i)^2)\right) \\
 &= \beta + \frac{1}{2} \log_2(E_o(0)/N) + \frac{1}{2} \log_2\left(\prod_{i=1}^{P_o} (1 - K_o(i)^2)\right) \\
 &= \beta + \frac{1}{2} \log_2(E_o(0)/N) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{P_o} \log_2(1 - K_o(i)^2) \quad \dots(9)
 \end{aligned}$$

10

【0026】

ここで式(9)の右辺第二項は入力信号に依存するので定数とみなせる。従って、式(9)の右辺第三項がどのような値をとるかによってエントロピー $H_o(P_o)$ の値が変化する。実際に、PARCOR係数系列 K_o の各PARCOR係数が0付近の値しか持たないような白色雑音が入力されたときは右辺第三項も0付近の値しか持たないので、エントロピーを下げられず、予測残差1サンプルに必要な平均推定ビット数を低減することはできない。非特許文献1~4に示されるようにPARCOR係数系列 K_o に含まれる $K_o(1)$ と $K_o(2)$ が+1や-1付近の値を取るのであれば、右辺第三項は負の値を持ち、エントロピーが低減するので、予測残差1サンプルに必要な平均推定ビット数を低減することができる。例えば非特許文献4のFig.4に表されているように、1次のPARCOR係数は0.95付近の値を持つので、右辺第三項のうちの1次のPARCOR係数に対応する部分は式(10)で表すことができ、残差符号 Ce_0 を約1.6ビット削減できる。

20

【数10】

$$\frac{1}{2} \log_2(1 - K_o(1)^2) = \frac{1}{2} \log_2(1 - 0.95 \times 0.95) = \frac{1}{2} \times (-3.358...) \quad \dots(10)$$

30

【0027】

一方、非特許文献4のFig.4に表されているように、4次のPARCOR係数は0.25付近の値を持つので、右辺第三項のうちの4次のPARCOR係数に対応する部分は式(11)で表すことができ、残差符号 Ce_0 を約0.05ビット程度しか削減できない。

【数11】

$$\frac{1}{2} \log_2(1 - K_o(4)^2) = \frac{1}{2} \log_2(1 - 0.25 \times 0.25) = \frac{1}{2} \times (-0.093...) \quad \dots(11)$$

【0028】

ここで、ロスレス符号化の場合には最適次数 P_o と量子化済PARCOR係数系列 $K'o$ を符号化した係数符号 Ck_0 も伝送するので、係数符号のうち最適次数 P_o に対応する符号のビット数をとし(最適次数 P_o を固定ビット数で符号化する場合には、は定数となるのでこれを無視して計算してもよい。)、係数符号のうち量子化済PARCOR係数 $K'o(1), K'o(2), \dots, K'o(P_o)$ のそれぞれに対応する符号量を $C(1), (2), \dots, C(P_o)$ とすると、1フレームが N サンプルを含むときの合成符号 Ca_0 の推定符号量は式(12)で表すことができる。

40

【数 1 2】

$$Bo(Po) = Ho(Po) \times N + \sum_{i=1}^{Po} C(i) + \gamma$$

$$= \left\{ \beta + \frac{1}{2} \log_2(Eo(0)/N) + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{Po} \log_2(1 - K'o(i)^2) \right\} \times N + \sum_{i=1}^{Po} C(i) + \gamma \quad \dots(12)$$

【 0 0 2 9】

図 3 に示される実線 は、この式 (1 2) に対応する合成符号の符号量を示している。PARCOR係数の量子化精度を高くすればPARCOR係数系列K0と量子化済PARCOR係数系列K'0の差が小さくなり、予測残差e0(n)も小さくなるため、図 3 に点線 で示す残差符号を表すために必要な符号量は少なくて済む。しかしながら、図 3 に破線 で示す量子化済PARCOR係数系列K'0を表すために必要な符号量は増えてしまう。従って、必ずしもPARCOR係数の精度を高くした方が合成符号Ca0の推定符号量が小さくなるとは限らない。

10

【 0 0 3 0】

そこで本発明は、PARCOR係数の値が大きいときにはPARCOR係数の量子化誤差に起因する残差符号Ce0の符号量の増大が大きく、PARCOR係数の値が小さいときにはPARCOR係数の量子化誤差に起因する残差符号Ce0の符号量の増大が小さいこと、に着目してPARCOR係数の量子化を行う。

つまり、本発明では、入力されたPARCOR係数の系列の算出に使われた入力信号の線形予測残差のエントロピーを最小化する基準の下で、PARCOR係数の量子化誤差に起因する当該線形予測残差の符号量の増大を抑圧するように、PARCOR係数の絶対値が大きいほど高い量子化精度でPARCOR係数が量子化される。

20

【 0 0 3 1】

[実施形態]

本発明の実施形態は図 4 に示す量子化部 1 0 0 の機能構成を持ち、図 4 に示すように、量子化部 9 0 3 が量子化部 1 0 0 に変更されていることを除き、符号化処理の全体は図 1 に示す機能構成と同じ機能構成を持つ。各PARCOR係数が符号付 1 6 ビットの精度で求められたPARCOR係数系列K0 = (K0(1), K0(2), ..., K0(P0)) が量子化部 1 0 0 に入力されると、量子化部 1 0 0 は各PARCOR係数K0(i) (i=1, 2, ..., P0) を量子化し、量子化済PARCOR係数系列K'0 = (K'0(1), K'0(2), ..., K'0(P0)) を出力する。量子化済PARCOR係数系列K'0 = (K'0(1), K'0(2), ..., K'0(P0)) は係数符号化部 9 0 9 へ送られる。

30

【 0 0 3 2】

[実施例 1]

量子化部 1 0 0 は、入力されたPARCOR係数の絶対値が大きいほど、最上位ビットから最下位ビットへ向かってより多くの有効ビット (2 進数の場合、 1 である。) を含んで表される値を出力する。

【 0 0 3 3】

< 具体例 1 >

$P_1 = 3$ 、 $P_2 = 2$ 、 $R = 16$ とし、PARCOR係数K0(i)が符号無し R ビットで 2 進数表現されているとする (左端ビットが最上位ビットであるとする。)。つまりPARCOR係数K0(i)のビット列が 16 ビットのabcd efgh ijkl mnopとすると、量子化部 1 0 0 は、左端に位置する最上位の 1 ビット ("a") が 1 ならば、上位 P_1 ビット ("1bc") を符号化対象として係数符号化部 9 0 9 に送り、最上位 1 ビット ("a") が 0 ならば上位 P_2 ビット ("0b") を符号化対象として係数符号化部 9 0 9 に送る。つまり、最上位の 1 ビットが 1 ならば 1xy yyy yyy yyy という 16 ビットの値が量子化済PARCOR係数となり、最上位 1 ビットが 0 ならば 0xyy yyy yyy yyy という 16 ビットの値が量子化済PARCOR係数となる。ここで、xのビット位置の値は元のPARCOR係数K0(i)を表すビット列において対応するビットの値と同じであるが、yのビット位置の値は予め定めた任意の値 (例えば 0) である。

40

【 0 0 3 4】

要は、PARCOR係数K0(i)の符号無し R ビットの最上位ビット、すなわち、PARCOR係数K0(

50

i)の絶対値を表わす部分の最上位ビットのみにより、PARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値が大きい側の範囲にあるかPARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値が小さい側の範囲にあるかの二者択一を行い、PARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値が大きい側の範囲にある場合には最上位ビットから P_1 ビットを符号化対象とし、PARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値が小さい側の範囲にある場合の最上位ビットから P_2 ビット(ただし $P_1 > P_2$)を符号化対象とする、ことになる。

式(10)や式(11)に表されているように、エントロピー削減効果は底2の対数関数で表されるので、PARCOR係数の感度はその逆関数である2の指数関数のオーダーとなる。よって、2進数表現の場合、最上位ビットに応じた量子化を行えば、エントロピー最小化基準で量子化していることになる。

【0035】

<具体例2>

$P_1 = 3$ 、 $P_2 = 2$ 、 $R = 16$ とし、PARCOR係数 $KO(i)$ が符号付Rビットで2進数表現されているとする(但し、左端ビットが最上位ビットであり、負数は2の補数で表現されるとする)。つまりPARCOR係数 $KO(i)$ のビット列が16ビットのSabc defg hijk lmnoとすると、左端に位置する最上位の1ビット("S")はPARCOR係数の値が正であるか負であるかの符号を表すので、量子化部100は、その次のビット(左から2ビット目の"a")が1ならば、当該ビットの右の($P_1 - 1$)ビット分(左から3ビット目の"b"と4ビット目の"c")も含めた($P_1 + 1$)ビット("S1bc")を符号化対象として係数符号化部909に送る。最上位ビット("S")の次のビット(左から2ビット目の"a")が0ならば、量子化部100は、当該ビットの右の1ビット分(左から3ビット目の"b")も含めた($P_2 + 1$)ビット("S0b")を符号化対象として係数符号化部909に送る。つまり、最上位の次のビットが1ならばS1xx yyyy yyyy yyyyという16ビットの値が量子化済PARCOR係数となり、最上位の次のビットが0ならばS0xy yyyy yyyy yyyyという16ビットの値が量子化済PARCOR係数となる。ここで、Sは符号を表すビットであり、xのビット位置の値は元のPARCOR係数 $KO(i)$ を表すビット列において対応するビットの値と同じであるが、yのビット位置の値は予め定めた任意の値(例えば0)である。ただし、負の値の場合には2の補数表現なので、上記量子化部100の説明中の「0ならば」と「1ならば」とを入れ替えた処理を行う。

【0036】

P_1 と P_2 の値は、論理的に $P_1 < R$ 、 $P_2 < R$ 、 $P_2 < P_1$ を満たすが、その具体的な値は適宜に定めてよい。

要は、PARCOR係数 $KO(i)$ の符号付Rビットの最上位ビットの次のビット、すなわち、PARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値を表わす部分の最上位ビットのみにより、PARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値が大きい側の範囲にあるかPARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値が小さい側の範囲にあるかの二者択一を行い、PARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値が大きい側の範囲にある場合には最上位ビットから P_1 ビットを符号化対象とし、PARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値が小さい側の範囲にある場合の最上位ビットから P_2 ビット(ただし $P_1 > P_2$)を符号化対象とする、ことになる。

【0037】

<具体例3>

$R = 16$ とし、PARCOR係数 $KO(i)$ が符号付Rビットで表されているとする。つまりPARCOR係数 $KO(i)$ のビット列が16ビットのSabc defg hijk lmnoとすると、量子化部100は、PARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値を求め、符号無し15ビットの0abc defg hijk lmnoに変換する。このとき正負の情報S(例えば正負を表す最上位ビット)はメモリに保持される。符号無し15ビットの0abc defg hijk lmnoについて左端に位置する最上位のビットから2ビット目の"a"が1ならば、量子化部100は、3ビット目の"b"と4ビット目の"c"も保持し、5ビット目以降を破棄する(01xx yyyy yyyy yyyy)。符号無し15ビットの0abc defg hijk lmnoについて左端に位置する最上位のビットから2ビット目の"a"が0ならば、量子化部100は、3ビット目の"b"を保持し、4ビット目以降を破棄する(00xy yyyy yyyy yyyy)。そして量子化部100は、この結果のビット列の最上位ビットに正負の符号Sを付加したS1xx yyyy yyyy yyyyまたはS0xy yyyy yyyy yyyyを係数符号化部909に

10

20

30

40

50

伝送する。なお、S1xx yyyy yyyy yyyyは最上位4ビットが符号化対象とされる。また、S0xy yyyy yyyy yyyyは最上位3ビットが符号化対象とされる。ここで、Sは符号を表すビットで、xのビット位置の値は元のPARCOR係数 $KO(i)$ を表すビット列において対応するビットの値と同じであるが、yのビット位置の値は予め定めた任意の値（例えば0）である。

【0038】

<具体例4>

R = 16とし、PARCOR係数 $KO(i)$ が符号付Rビットで表されているとする。つまりPARCOR係数 $KO(i)$ のビット列が16ビットのSabc defg hijk lmnoとすると、量子化部100は、PARCOR係数 $KO(i)$ の絶対値を求め、符号無し15ビットの0abc defg hijk lmnoに変換する。このとき正負の情報S（例えば正負を表す最上位ビット）は符号化対象として係数符号化部909に送られる。符号無し15ビットの0abc defg hijk lmnoについて左端に位置する最上位のビットから2ビット目の"a"が1ならば、量子化部100は、3ビット目の"b"と4ビット目の"c"も保持し、5ビット目以降を破棄する（01xx yyyy yyyy yyyy）。符号無し15ビットの0abc defg hijk lmnoについて左端に位置する最上位のビットから2ビット目の"a"が0ならば、量子化部100は、3ビット目の"b"を保持し、4ビット目以降を破棄する（00xy yyyy yyyy yyyy）。そして量子化部100は、この結果の01xx yyyy yyyy yyyyまたは00xy yyyy yyyy yyyyを係数符号化部909に伝送する。なお、01xx yyyy yyyy yyyyの場合には3ビットの"1xx"が符号化対象とされる。また、00xy yyyy yy yyyyの場合には2ビットの"0x"が符号化対象とされる。ここで、xのビット位置の値は元のPARCOR係数 $KO(i)$ を表すビット列において対応するビットの値と同じであるが、yのビット位置の値は予め定めた任意の値である。

【0039】

[実施例2]

上記具体例3を一般化した実施例を説明する。上記具体例1および2についてもこの実施例2に従って同様の結果を得ることができる。

量子化部100は、第1処理部102、第2処理部104、第3処理部106、付加部108を含む。この例ではPARCOR係数 $KO(i)$ がRビットの値として表されているとし、Uを1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、Vを0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数とする。UとVをこのように定める理由は、後述するように0 $W < 2^U-1$ を満たすWを用いて $(R-U-V-W)$ ビットのビットシフト演算を行うことから、 $R-U-V-W > 0$ を満たすように、UとVを設定するためである。しかし、例えば、Uを1以上R未満を満たす予め定められた整数とし、Vを0以上R未満を満たす予め定められた整数として、 $R-U-V-W < 0$ の場合にビットシフト演算で足りなくなる右側のビットを0とみなすようにしてもよい。説明を具体的なものとするため、ここでは $R = 16$ 、 $U = 2$ 、 $V = 1$ とする。

【0040】

まず、第1処理部102が、 $KO(i)$ の絶対値 $L(i)$ を表すビット列を求める（ステップS1）。この際、第1処理部102は、 $KO(i)$ の符号ビットで表される正負符号 $S(i)$ の情報をメモリにストアする。例えば、PARCOR係数 $KO(i)$ のビット列が16ビットのSabc defg hijk lmno（S：符号ビット、a-o：0または1）で与えられている場合、 $L(i)$ を表すビット列として、符号無し15ビットの0abc defg hijk lmnoが得られる。正負符号 $S(i) = S$ はメモリにストアされる。

【0041】

次に、第2処理部104は、 $L(i)$ を表すビット列を右に $(15-U)$ ビットシフトする（ステップS2）。その値をW（10進数表記）とする。上記の例であれば、 $L(i)$ を表すビット列を右に13ビットシフトして0abが得られる。この2進数表記の0abを10進数表記した値がWである。

【0042】

次に、第3処理部106は、 $L(i)$ を表すビット列を右に $(15-U-V-W)$ ビットシフトし、次いで0詰めで左に $(15-U-V-W)$ ビットシフトする（ステップS3）。この結果を $L'(i)$ とす

10

20

30

40

50

る。上記の例であれば、

ab = 11つまりW = 3の場合、L'(i)として011c def0 0000 0000が得られ、
 ab = 10つまりW = 2の場合、L'(i)として010c de00 0000 0000が得られ、
 ab = 01つまりW = 1の場合、L'(i)として001c d000 0000 0000が得られ、
 ab = 00つまりW = 0の場合、L'(i)として000c 0000 0000 0000が得られる。

【 0 0 4 3 】

次に、付加部 1 0 8 は、L'(i)に符号ビットとしてK0(i)の正負符号S(i)を付加する（ステップS 4）。上記の例であれば、S(i) = SがL'(i)のMSB (Most Significant Bit)に付加される。つまり、

ab = 11つまりW = 3に対応して、S11c def0 0000 0000が得られ、
 ab = 10つまりW = 2に対応して、S10c de00 0000 0000が得られ、
 ab = 01つまりW = 1に対応して、S01c d000 0000 0000が得られ、
 ab = 00つまりW = 0に対応して、S00c 0000 0000 0000が得られる。

10

このステップS 4の処理で得られた16ビットのビット列が量子化済PARCOR係数K'0(i)となる。

【 0 0 4 4 】

なお、ステップS 3の処理において0詰めではなく任意の数値（例えば010101...）のような詰め方をしてもよい。いずれにせよSxxy yyyz zzzz zzzzというビット列パターンを持つように非線形量子化をすることができる。ここでSは正負符号ビット、xはUに依存するビット、yはWとVに依存するビット、zは任意のビットである。このように、PARCOR係数の絶対値が大きいほど高い量子化精度でPARCOR係数が量子化される。

20

【 0 0 4 5 】

[実施例 2 の変形例]

次に、実施例 2 の変形例を説明する。この変形例は、実施例 2 におけるステップS 4の処理を省略する実施例であり、上記具体例 4 の一般化に対応する。

この変形例では、ステップS 1の処理で得られた正負符号S(i)の情報が符号化対象として係数符号化部 9 0 9 へ送られる。

また、ステップ3の処理によって、L'(i)として0xxy yyyz zzzz zzzzというビット列パターンが得られている。そこで、ステップS 3の処理で得られた16ビットのビット列を量子化済PARCOR係数K'0(i)とする。上記の例であれば、

30

ab = 11つまりW = 3に対応して、K'0(i)として011c def0 0000 0000が得られ、
 ab = 10つまりW = 2に対応して、K'0(i)として010c de00 0000 0000が得られ、
 ab = 01つまりW = 1に対応して、K'0(i)として001c d000 0000 0000が得られ、
 ab = 00つまりW = 0に対応して、K'0(i)として000c 0000 0000 0000が得られる。

【 0 0 4 6 】

[実施例 3]

シフト演算を多用する実施例 2 と異なり、メモリ 5 0 に記憶されている参照テーブルを利用する実施例 3 を説明する。参照テーブルの例を図 7 に示す。この参照テーブルでは、Tが大きな値ほど最上位ビットから最下位ビットへ向かってより多くの有効ビットを含んで表されるビット列が割り当てられている。なお、例示する参照テーブルでは、符号付16ビットのPARCOR係数K0(i)の絶対値を用いた処理に対応する例として、最上位ビットが0となっているビット列がTに対応して割り当てられている。

40

【 0 0 4 7 】

実施例 3 の量子化部 1 0 0 a は、第 1 処理部 1 0 2 a、第 2 処理部 1 0 4 a、第 3 処理部 1 0 6 a、付加部 1 0 8 a を含む。この例ではPARCOR係数がRビットの値として表されているとし、Uを1以上 $\{R-(2^U-1)\}$ 未満を満たす予め定められた整数とし、Vを0以上 $\{R-(2^U-1)-U\}$ 未満を満たす予め定められた整数とする。UとVをこのように定める理由は、後述するように $0 \leq W \leq 2^U-1$ を満たすWを用いて $(R-U-V-W)$ ビットのビットシフト演算を行うことから、 $R-U-V-W \geq 0$ を満たすように、UとVを設定するためである。しかし、例えば、Uを1以上R未満を満たす予め定められた整数とし、Vを0以上R未満を満たす予

50

め定められた整数として、 $R-U-V-W < 0$ の場合にビットシフト演算で足りなくなる右側のビットを0とみなすようにしてもよい。説明を具体的なものとするため、ここでは $R = 16$ 、 $U = 2$ 、 $V = 1$ とする。

【0048】

まず、第1処理部102aが、 $K0(i)$ の絶対値 $L(i)$ を表すビット列を求める(ステップS1a)。この際、第1処理部102aは、 $K0(i)$ の符号ビットで表される正負符号 $S(i)$ の情報はメモリにストアする。例えば、PARCOR係数 $K0(i)$ のビット列が16ビットのSabc defg hijk lmno (S :符号ビット、a-o:0または1)で与えられている場合、 $L(i)$ を表すビット列として、符号無し15ビットの0abc defg hijk lmnoが得られる。正負符号 $S(i) = S$ はメモリにストアされる。

10

【0049】

次に、第2処理部104aは、 U ビットで表される最大値を $W (= 2^U - 1)$ として、 $L(i)$ を表すビット列を右に $(15-U-V-W)$ ビットシフトする(ステップS2a)。その値を T (10進数表記)とする。上記の例であれば、 $L(i)$ を右に9ビットシフトして0abc defが得られる。この2進数表記の0abc defを10進数表記した値が T である。

【0050】

次に、第3処理部106aは、 T の値を用いて参照テーブルから当該 T に対応するビット列の表引きを行う(ステップS3a)。この結果を $L'(i)$ とする。例えば $T = 61$ の場合、 $L'(i)$ として0111 1010 0000 0000が得られる。

【0051】

次に、付加部108aは、 $L'(i)$ に符号ビットとして $K0(i)$ の正負符号 $S(i)$ を付加する(ステップS4a)。上記の例であれば、 $S(i) = S$ が $L'(i)$ のMSB(Most Significant Bit)に付加される。ただし、例えばステップS3aの処理にて、 T の値に正負符号(またはそれを意味する符号)を付加して T' とし、 T' の値を用いて参照テーブルから当該 T' に対応するビット列の表引きを行うことで正負符号付の $L'(i)$ を求めてもよい。

20

このステップS4aの処理で得られた16ビットのビット列が量子化済PARCOR係数 $K'0(i)$ となる。

【0052】

この実施例でもSxxy yyyz zzzz zzzzというビット列パターンを持つように非線形量子化をすることができる。表引きによりメモリ占有量は増加するがシフト演算を減らせるため演算量を削減できる。ここでは、PARCOR係数 $K'0(i)$ が符号付 R ビットで表されているとして説明したが、実施例3は、符号無し R ビットのPARCOR係数 $K'0(i)$ にも適用できる。また、実施例2の変形例のように、ステップS4aの処理を省略する実施形態とすることもできる。

30

【0053】

[実施例4]

シフト演算を利用する実施例2と異なり、ビット単位のAND演算(ビットマスク)を利用する実施例4を説明する。実施例2と異なる部分について説明する。

【0054】

実施例2のステップS1の処理に続いて、第2処理部104aは、 $L(i)$ を表すビット列のうち必要なビット以外をマスクする(必要なビットに対して1とのビット単位AND演算を行い、不要なビットに対して0とのビット単位AND演算を行う)(ステップS2b)

40

。その値を W (10進数表記)とする。上記の例であれば、 $U = 2$ なので、16ビットのPARCOR係数 $K0(i)$ の絶対値のビット列0abc defg hijk lmnoに対して、15ビット目から右側へ順に各ビットを1とし15- U ビット目から右側へ順に各ビットを0としたビット列0110 0000 0000 0000とビット単位AND演算を行いビット列0ab0 0000 0000 0000を得る。この2進数表記の0abを10進数表記した値が W である。

【0055】

次に、第3処理部106aは、上記 W の値に基づいて、 $L(i)$ を表すビット列のうち必要な

50

ビット以外をマスクする（必要なビットに対して1とのビット単位AND演算を行い、不要なビットに対して0とのビット単位AND演算を行う）（ステップS3b）。この結果をL'(i)とする。上記の例であれば、U = 2、V = 1、W = 3の場合には、16ビットのPARCOR係数KO(i)の絶対値のビット列0abc defg hijk lmnoに対して、15ビット目から右側へ順に各ビットを1とし15-U-V-Wビット目から右側へ順に各ビットを0としたビット列0111 1110 0000 0000とビット単位AND演算を行いビット列0abc def0 0000 0000を得る。

【0056】

ステップS3bの処理の後に実施例2で説明したステップS4の処理を行う。ただし、実施例2の変形例の如く、ステップS4の処理を省略する実施形態とすることもできる。

【0057】

<変形例1>

量子化部100, 100aに入力されたPARCOR係数系列KO = (KO(1), KO(2), ..., KO(PO))に含まれるPARCOR係数KO(i)のうちの一部のみに対して本発明の量子化方法を適用してもよい。本発明の量子化方法が適用されなかった残りのPARCOR係数KO(i)は、例えば従来の量子化方法で量子化される。

【0058】

本発明の量子化方法の適用対象となるPARCOR係数KO(i)を選別する基準として、次数PO、PARCOR係数の値が挙げられる。

次数POを基準とする場合、入力された1次からP次までのPARCOR係数K(1), K(2), ..., K(P)のうち、予め定められた次数以下または当該次数よりも小さい次数のPARCOR係数に対して本発明の量子化方法を適用する。非特許文献4のFig.4に示されるように、一般的に低次数のPARCOR係数は大きい値を持つから、予め定められた次数（例えば3）以下または当該次数よりも小さい次数のPARCOR係数に対して本発明の量子化方法を適用するのである。

PARCOR係数の値を基準とする場合、予め定められた閾値以上または当該閾値よりも大きい値を持つPARCOR係数に対して本発明の量子化方法を適用する。PARCOR係数の値が大きいときにはPARCOR係数の量子化誤差に起因する残差符号Ce0の符号量の増大が大きくなるからである。

【0059】

<変形例2>

音響信号ロスレス符号化での従来方法（非特許文献4参照）では理論的に定められた関数ではなく、実験結果の観測から定性的に求めた関数を用いている。このため、1フレームあたりのサンプル数がPARCOR係数の10倍程度のように少ない場合（1フレームあたり、10次のPARCOR係数に対して100サンプル程度）には、残差符号Ce0の符号量に比べて係数符号Ck0の符号量が非常に少ないわけではないので、PARCOR係数に必要な符号量を見落とさず、合成符号Ca0の符号量が必ずしも最小化されない。

【0060】

そこで、PARCOR係数系列の算出に使われた入力信号のサンプル数が、予め定められた閾値以下または当該閾値よりも小さい場合に、PARCOR係数系列KO = (KO(1), KO(2), ..., KO(PO))に含まれる一部または全てのPARCOR係数に対して本発明の量子化方法を適用してもよい。

【0061】

既述のとおり、残差符号Ce0と係数符号Ck0を合わせたものが合成符号Ca0である。係数符号Ck0が無視できるくらい残差符号Ce0が大きい場合は、係数符号Ck0が誤差を含んでも係数符号Ck0の符号量に大きな誤差を生じないが、逆の場合はそうならない。式(12)から、1フレームあたりのサンプル数Nに応じて、係数符号Ck0の符号量が無視できるか無視できないかの判断が可能である。Nが小さければ無視できず、Nが大きければ無視できる。よって、例えば、N = 40 ~ 80 サンプルの場合には本発明の量子化方法をPARCOR係数に適用し、N = 160 ~ 320 サンプルの場合には従来の量子化方法をPARCOR係数に適用してもよい（このサンプル数の場合だけは入力信号のサンプリングレートに依存し、これらの例は8 kHzサンプリングの場合である。）。また、入力信号の1フレームに1

10

20

30

40

50

60 サンプルが含まれる場合でも、当該フレームを4つのサブフレーム(サブフレーム当たり40サンプルを含む。)に分割する場合は、フレーム単位のサンプル数を40サンプルとみなして本発明の量子化方法をPARCOR係数に適用してもよい。

【0062】

以上の実施形態の他、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

例えば、PARCOR係数 $K'O(i)$ を表すビット数Rは、16に限らず32や8でもよい。また、PARCOR係数 $K'O(i)$ の絶対値を求めるシフト演算として右詰15ビットを例に採用したが、左詰でもよい。ビット列において左側のビットがより大きい値を表すビットとして説明したが、右側のビットがより大きい値を表すビットとしてもかまわない(左右反転)。エンディアン(big/little-endian)に応じて8ビット(1バイト)を並び替えてもよい。右側を0詰めとして説明したが1詰めや任意の値を詰めてもよい。また、絶対値を求めず、PARCOR係数を用いて直接表引きにしてもよい。

10

【0063】

本発明の量子化方法は、コンピュータの記録部に、本発明の各機能構成部としてコンピュータを動作させるプログラムを読み込ませ、処理部、入力部、出力部などを動作させることで、コンピュータに実行させることができる。また、コンピュータに読み込ませる方法としては、プログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録しておき、記録媒体からコンピュータに読み込ませる方法、サーバ等に記録されたプログラムを、電気通信回線等を通じてコンピュータに読み込ませる方法などがある。

20

【図1】

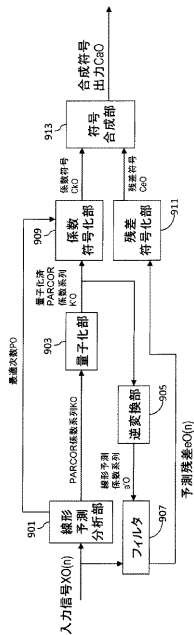


図1

【図2】

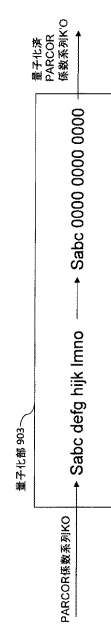


図2

【 図 3 】

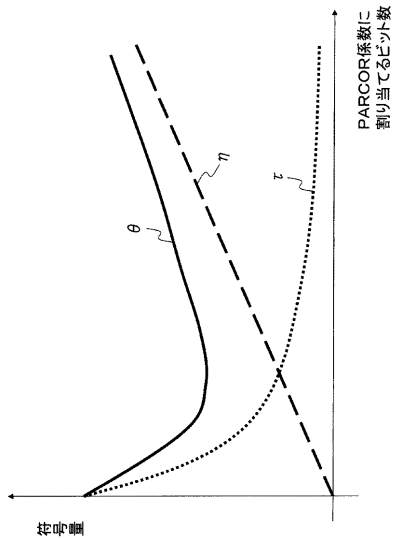


図3

【 図 4 】

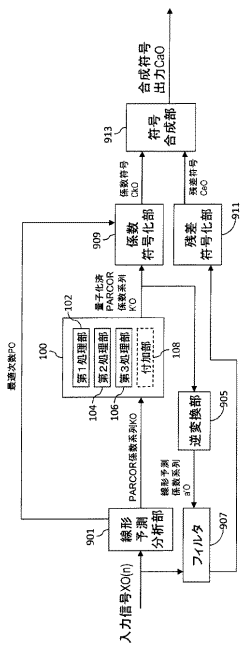


図4

【 図 5 】

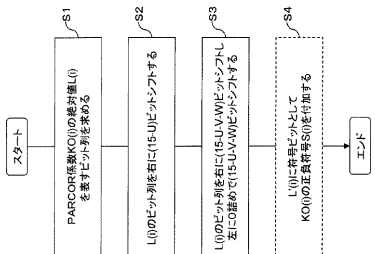


図5

【 図 6 】

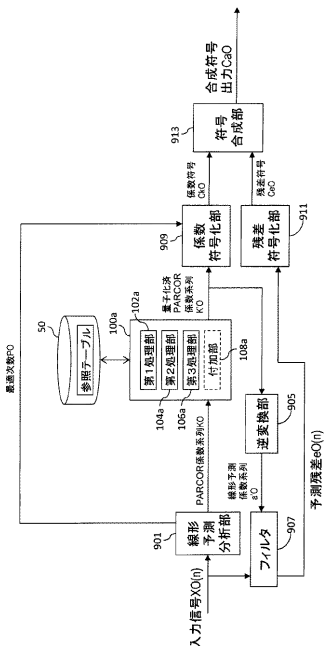


図6

【 図 7 】

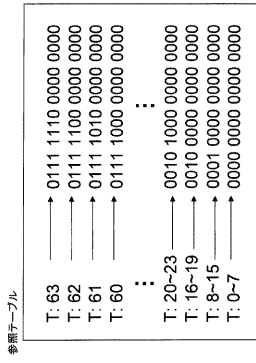


図7

【 図 8 】

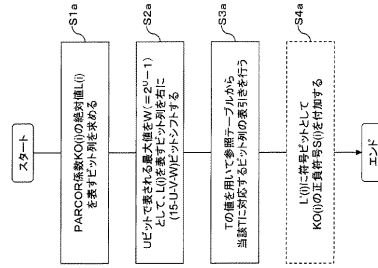


図8

【 図 9 】

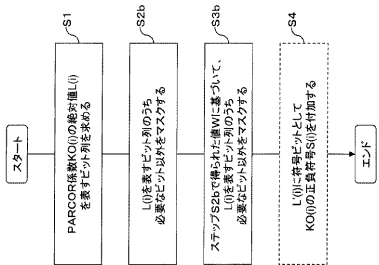


図9

【 図 10 】

フロントページの続き

(72)発明者 守谷 健弘

東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 千本 潤介

(56)参考文献 特開昭61-095400(JP,A)

特開昭50-040205(JP,A)

特開2009-069309(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G10L 19/06

G10L 19/13

G10L 19/16