

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年12月12日(12.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/252553 A1

(51) 国際特許分類:
H04N 19/124 (2014.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/021144

(22) 国際出願日: 2023年6月7日(07.06.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 坂東 幸浩 (BANDO Yukihiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 北原 正樹 (KITAHARA Masaki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 11 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE);

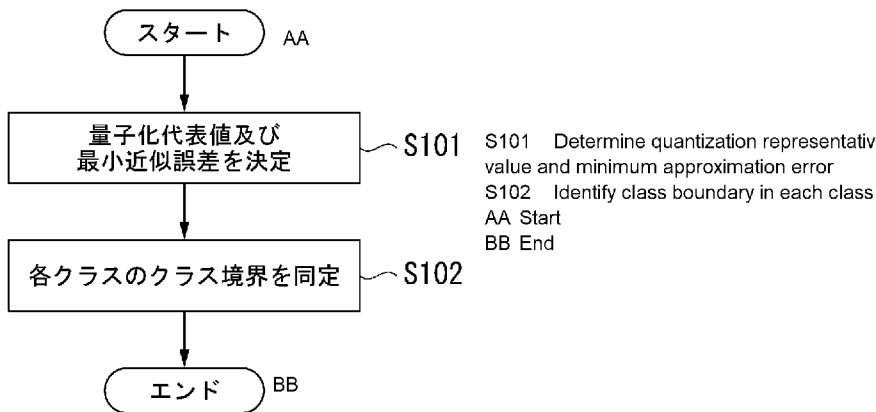
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,

(54) Title: QUANTIZATION METHOD, QUANTIZATION DEVICE, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: 量子化方法、量子化装置及びコンピュータプログラム



(57) Abstract: This quantization device comprises: a storage unit that, when a histogram of an input signal is approximated by a predetermined number of classes, stores a quantization value for minimizing an approximation error and the minimum value of the approximation error at that time; and a control unit that restricts class boundary candidates such that the maximum value of the absolute value of a quantization error is kept less than or equal to an allowable value, stores the quantization value for minimizing the approximation error and the minimum value of the approximation error at that time in the storage unit, invokes the stored minimum value from a memory when a class boundary in the next class is selected, and uses the stored minimum value for calculation of the approximation error in the selection of the class boundary at that moment, thereby selecting a class boundary for minimizing the approximation error from the restricted class boundary candidates.

IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：入力信号のヒストグラムに対して、所定のクラス数で、同ヒストグラムを近似する際、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値を記憶する記憶部と、量子化誤差の絶対値の最大値を許容値以下に抑えるように、クラス境界の候補を制限し、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値を前記記憶部に格納し、次のクラスでのクラス境界を選択する際、上記格納した最小値をメモリから呼び出し、その時点でのクラス境界選択における近似誤差の計算に用いることで、制約されたクラス境界の候補に対して近似誤差を最小化するクラス境界を選択する制御部と、を備える量子化装置。

明 細 書

発明の名称：

量子化方法、量子化装置及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、量子化方法、量子化装置及びコンピュータプログラムの技術に関する。

背景技術

[0002] 近年、広ダイナミックレンジのデジタル信号処理への期待が高まっている。これを受けて、広ダイナミックレンジを有するデジタル信号に対する高いビット深度を用いた表現が検討されている。これにともない、取得する信号のビット深度を従来の8ビットから10ビット以上へと拡張した高ビット深度信号を取得可能なデバイスが登場してきている。一方、信号の高ビット深度化により、消費メモリが増大する。そのため、リソースに制約のある環境下で利用するためには、効率的な量子化手法が必要である。

[0003] 高品質なデジタル信号処理用においては、 L 無限大（“ L ”の右下に無限大の記号を添え字として記して表すこともある。）制約と呼ばれる品質保証が要求される。本制約は、絶対値誤差の最大値が許容範囲に収まることを要請する制約である。応用先の例としては、医療画像に対するニアロスレス符号化があげられる。 L 無限大制約は、対応した量子化器を設計することで実現される。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：Y. Bandoh, S. Takamura, and A. Shimizu, "Sparse DP quantization algorithm," IEICE Trans.Fundamentals, vol. E102-A, no. 3, 2019.

非特許文献2：S. Minewaki, M. Iwahashi, H. Kobayashi, T. Yoshida, and H. Kiya, "Near lossless coding of sparse histogram images based on z

ero-skip quantization, ” Multimed Tools Appl., vol. 78, no. 1, pp. 27-45, Sept. 2017.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] しかし、従来、 L 無限大制約を満たす量子化器の最適設計は解決されていない。例えば、動的計画法ベースの量子化（例えば非特許文献1参照）では、量子化誤差を最小化できるものの、 L 無限大制約を満たす保証はない。一方、ZSQと呼ばれる手法（例えば非特許文献2参照）は、 L 無限大制約を満たす量子化器を実現するものの、貪欲法ベースの方式であるため、設計された量子化器は、同制約条件下で量子化誤差を最小化できる保証がない。
- [0006] 上記事情に鑑み、本発明は、より効率的な量子化器の提供を可能する技術の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

- [0007] 本発明の一態様は、コンピューターが、入力信号のヒストグラムに対して、所定のクラス数で、同ヒストグラムを近似する際、量子化誤差の絶対値の最大値を許容値以下に抑えるように、クラス境界の候補を制限し、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値をメモリに格納し、コンピューターが、次のクラスでのクラス境界を選択する際、上記格納した最小値をメモリから呼び出し、その時点でのクラス境界選択における近似誤差の計算に用いることで、制約されたクラス境界の候補に対して近似誤差を最小化するクラス境界を選択する、量子化方法である。
- [0008] 本発明の一態様は、入力信号のヒストグラムに対して、所定のクラス数で、同ヒストグラムを近似する際、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値を記憶する記憶部と、量子化誤差の絶対値の最大値を許容値以下に抑えるように、クラス境界の候補を制限し、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値を前記記憶部に格納し、次のクラスでのクラス境界を選択する際、上記格納した最小値をメモリから呼び出し、その時点でのクラス境界選択における近似誤差の計算に

用いることで、制約されたクラス境界の候補に対して近似誤差を最小化するクラス境界を選択する制御部と、を備える、量子化装置である。

[0009] 本発明の一態様は、入力信号のヒストグラムに対して、所定のクラス数で、同ヒストグラムを近似する際、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値を記憶する記憶部と、量子化誤差の絶対値の最大値を許容値以下に抑えるように、クラス境界の候補を制限し、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値を前記記憶部に格納し、次のクラスでのクラス境界を選択する際、上記格納した最小値をメモリから呼び出し、その時点でのクラス境界選択における近似誤差の計算に用いることで、制約されたクラス境界の候補に対して近似誤差を最小化するクラス境界を選択する制御部と、を備える量子化装置としてコンピュータを機能させるためのコンピュータプログラムである。

発明の効果

[0010] 本発明により、より効率的な量子化器の提供が可能となる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]量子化装置100の機能構成の具体例を示す図である。

[図2]量子化装置100の処理の流れの具体例を示すフローチャートである。

[図3]本実施形態に適用される情報処理装置90のハードウェア構成例の概略を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

以下、図又は式において変数等の上に付された記号（ $\wedge$ ：ハット、 $\sim$ ：チルダ）は、変数の前に記載する。例えば、「 $\wedge$ 」が上に付された c は、「 $\wedge c$ 」と表記する。以下、図又は式において変数又は記号の下付きの記号等と上付きの記号等とでは、それぞれ直前に下線「 $_$ 」を記載したうえで、下付きの記号等を先に記載する。例えば、下付き「1」と上付き「 $\ast$ 」とが付された変数 Δ は、「 $\Delta_1_\ast$ 」と表記する。例えば、下付き「 $i=0$ 」と上付き「 m 」とが付された記号 Σ は、「 $\Sigma_i=0_m$ 」と表記する。

[0013] 以下の説明では、 K 値の離散信号を M 値に変換する量子化器を定式化する。 K と M との関係は、 $M < K$ である。 K は、量子化器の入力信号のレベル数（以下「入力レベル数」という。）を示す。 M は、量子化器の出力信号のレベル数（以下「量子化レベル数」という。）を示す。量子化器への入力は、対象となる信号のヒストグラムである。ヒストグラムの第 k 番目の要素を $H[k]$ ($k = 0, \dots, K-1$) とする。以降で定式化する量子化器は、パラメータ Δ_m 及び L_m で定義される M 値の量子化器である。 Δ_m は、 m 番目のヒストグラム上の区間（第 m 区間）の区間長である。 L_m は第 m 区間の右端（上端）であり、以下の式（１）のように表せる。なお、以下の説明では、 L_m のことを第 m 区間のクラス境界と呼ぶこともある。また、各区間の最大値である L_m の取りうる値が、クラス境界の候補となる。

[0014] [数1]

$$\begin{cases} L_m = \sum_{j=0}^m \Delta_j - 1 & (m = 0, \dots, M-2) \\ L_{M-1} = K - 1 \end{cases} \quad (1)$$

[0015] 以降、ヒストグラムの m 番目の区間 $[L_m - (\Delta_m - 1), L_m]$ を第 m ビン（又は第 m 量子化クラス）と呼ぶ。このように、以下の説明で「クラス」とは、ヒストグラムの各区間を示し、第 m 量子化クラス（又は単に「第 m クラス」ともいう）はヒストグラムの m 番目のクラスを指す。量子化器は、第 m ビン内の要素を代表値 c_m で近似し、量子化誤差を最小化するように設計される。第 m ビン内の量子化誤差 $e(\Delta_m, L_m)$ として、以下に示す式（２）のような二乗誤差和を用いる。

[0016] [数2]

$$e(\Delta_m, L_m) = \sum_{k=L_m-\Delta_m+1}^{L_m} (k - c_m)^2 h[k] \quad (2)$$

[0017] ここで、 $c(\Delta_m, L_m)$ は、第 m ビンの量子化代表値である。量子化代表値は、以下に示す式（３）のように、最大量子化誤差が許容値以下に

なるように設定される。

[0018] [数3]

$$\begin{aligned} |k - c_m| &\leq \delta, \\ \text{for } k &= L_m - (\Delta_m - 1), \dots, L_m \end{aligned} \quad (3)$$

[0019] ここで δ は、量子化の品質保証を制御するパラメータである。上述した条件は、量子化器設計での L 無限大制約を示している。従って、 L 無限大制約を満たす量子化器の最適化は、以下の制約条件付き最小化問題を求解することになる。

[0020] [数4]

$$\begin{aligned} (\Delta_0^*, \dots, \Delta_{M-1}^*) &= \arg \min_{\Delta_0, \dots, \Delta_{M-1}} \left\{ \sum_{m=0}^{M-1} e(\Delta_m, L_m) \right\}, \\ \text{subject to Eq.(3)} &\text{ for } m = 0, \dots, M-1 \end{aligned} \quad (4)$$

[0021] [動的計画法に基づく量子化器設計]

L 無限大制約を満たす量子化器（以下「 L 無限大制約量子化器」という。）の設計を動的計画法ベースの量子化（以下「 DP 量子化」という。）を拡張する形で行う。そこで、 L 無限大制約を満たすために必要となる DP 量子化器に対する制約を明らかにする。

[0022] DP 量子化器に対する制約には、2つのポイントがある。第一のポイントは、 Δ_m の制約として、各 Δ_m （ $m=0, \dots, M-1$ ）は、 $2\delta + 1$ 以下に設定する必要があることである。第二のポイントは、 Δ_m の範囲に応じて、量子化代表値を計算する必要があることである。具体的には、以下に示す式（5）による。

[0023] [数5]

$$c_m = \begin{cases} \arg \min_{k'} \sum_{k=L_m-(\Delta_m-1)}^{L_m} (k - k')^2 h[k] \\ \text{(in the case of } 1 \leq \Delta_m \leq \delta + 1) \\ \arg \min_{k'} \sum_{k=L_m-(\Delta_m-1)+\delta}^{L_m-\delta} (k - k')^2 h[k] \\ \text{(in the case of } \delta + 2 \leq \Delta_m \leq 2\delta + 1) \end{cases} \quad (5)$$

[0024] 式（４）に示す制約条件付きの最小化問題を解くために動的計画法を用いる。各量子化ビンの量子化誤差は式（２）で表されており、量子化代表値は式（５）で表されている。量子化代表値は式（５）に記載されるように制約される。第Mビンの量子化誤差 $e(\Delta_m, L_m)$ は、第Mビンの上端 L_m 、同ビンの要数素 Δ_m に依存する。

[0025] したがって、式（４）で表される最適化問題の求解として動的計画法に基づくアプローチをとる。各 L_m ($m=0, \dots, M-1$) の量子化誤差の最小値は、以下の式として表される。

[0026] [数6]

$$\sum_{i=0}^m e(\Delta_i, L_i)$$

[0027] 各 L_m ($m=0, \dots, M-1$) の量子化誤差の最小値として、 $S_m[L_m]$ を定義する。ここで、ヒストグラム $h[k]$ ($k=0, \dots, K-1$) の区間 $[0, L_m]$ は、 $m+1$ ビンに分割されている。 $e(\Delta_m, L_m)$ は、 L_m 、 Δ_m に依存している。そのため、 $S_m[L_m]$ は、 $S_{m-1}[L_m - \Delta_m]$ を用いて、以下の漸化式により表される。

[0028] [数7]

$$S_m[L_m] = \min_{\Delta_m=1, \dots, U_m} \{S_{m-1}[L_m - \Delta_m] + e(\Delta_m, L_m)\} \quad (6)$$

[0029] ここで、 m 及び L_m はそれぞれ以下のように表される。

$$m = 1, \dots, M-1$$

$$L_m = m, \dots, K - (M - m)$$

また、 U_m は、 Δ_m の上限として、次式により定める。

[0030] [数8]

$$U_m = \min(L_m - m + 1, 2\delta + 1) \quad (7)$$

[0031] 式（６）によれば、最良パラメータは $\Delta_m = 1, \dots, U_m$ の範囲において選択される。前述の通り、この範囲の制約は、 L 無限大制約を満た

すために課せられている。m = 1、m = M - 1 において、各々式 (6) を用いて、式 (4) の最小化問題は以下のように表せる。

[0032] [数9]

$$\min_{\Delta_{M-1}=1,\dots,U_{M-1}} \{S_{M-2}[L_{M-1} - \Delta_{M-1}] + e(\Delta_{M-1}, L_{M-1})\} \quad (8)$$

[0033] [疎性を考慮した拡張]

上述の量子化器設計を量子化対象信号の疎性を考慮した形で拡張する。ここでいう疎性とは、ヒストグラム内の要素として、多くのゼロ要素が含まれることを指す。以降、ヒストグラム内のゼロ要素をゼロ頻度値と呼ぶ。ゼロ頻度値を適切に考慮することにより、動的計画法ベースの L 無限大制約量子化 (DP 量子化) の計算量を低減する。

[0034] 以下では、ヒストグラム内の第 k 番目の非ゼロ要素に対応するヒストグラムの要素のインデックスを F [~k] として表す。ヒストグラム内の区間 [0, F [~L__m]] を m + 1 個のビンに分割することを考える。区間 [0, F [~L__m]] のうち、以下の式で表される部分区間は、第 i 番目のビンである。

[0035] [数10]

$$[F[\tilde{L}_i - (\tilde{\Delta}_i - 1)], F[\tilde{L}_i]] \quad (i = 0, \dots, m)$$

[0036] 上記式において、~Δ__ i は第 i 番目のビンの非ゼロ要素数であり、~L__ i は同ビンの上端を表す。式 (5) の量子化代表値で第 i 番目のビンを近似したことによる量子化誤差を以下のような式で表す。

[0037] [数11]

$$e(F[\tilde{L}_i] - F[\tilde{L}_i - (\tilde{\Delta}_i - 1)] + 1, F[\tilde{L}_i])$$

[0038] この誤差は、以下の式で表される参照テーブルに格納される。

[数12]

$$\tilde{E}[\tilde{\Delta}_i, \tilde{L}_i]$$

[0039] また、量子化誤差和は以下の式で表される。

[数13]

$$\sum_{i=0}^m \tilde{E}[\tilde{\Delta}_i, \tilde{L}_i]$$

[0040] 上記式の最小値は、以下の参照テーブルに格納される。

[数14]

$$\tilde{S}_m[\tilde{L}_m]$$

[0041] なお、 $\sim S_m [\sim L_m]$ は、 $S_m [F [\sim L_m]]$ に等しい。また、 $\sim E [\sim \Delta_m, \sim L_m]$ は、 $\sim \Delta_m$ 及び $\sim L_m$ に依存する。そのため、 $\sim S_m [\sim L_m]$ に格納すべき値は、 $\sim S_m (m-1) [\sim L_m - \sim \Delta_m]$ を用いて、次式により計算される。なお、 $m = 1, \dots, M-1$ である。

[0042] [数15]

$$\tilde{S}_m[\tilde{L}_m] = \min_{\tilde{\Delta}_m=1, \dots, \tilde{U}_m} \left\{ \tilde{S}_{m-1}[\tilde{L}_m - \tilde{\Delta}_m] + E[\tilde{\Delta}_m, \tilde{L}_m] \right\} \quad (9)$$

[0043] 上記の定式化は、式（５）の量子化代表値および非ゼロ要素に関する制約を導くが、式（６）と同様に、漸化式（９）を得ることが出来る。したがって、漸化式（９）を用いることで、 $\sim S_m [\sim L_m]$ の計算は、最適パラメータ $\sim \Delta_m$ の選択に帰着される。

[0044] L 無限大制約を導入するためのポイントは、 $\sim \Delta_m$ の適切な範囲を設定することである。具体的には、 $\sim \Delta_m$ の上限を以下とすることである。

[数16]

$$\tilde{U}_m = \min(\Psi_l[m], \arg \max_d \{F[\tilde{k}] - F[\tilde{k} - d + 1] \leq 2\delta + 1\})$$

[0045] 式（７）における U_m と対比して、上式における $\sim U_m$ を説明すると、上式は $\sim U_m$ が、その上限として、二つの候補値を持つことを表している。まず、 $\Psi_l [m]$ は $\sim \Delta_m$ の上限である。 $\Psi [m]$ は式（７）の $L_m - m + 1$ に対応している。 L 無限大制約を満たすためには、各ビンの非ゼロ要素間の最大距離を制約しなければならない。その最大距離は、高々、

以下の式で表される程度である。

[0046] [数17]

$$\arg \max_d \{F[\tilde{k}] - F[\tilde{k} - d + 1] \leq 2\delta + 1\}$$

[0047] この値は、式（7）の $2\delta + 1$ に対応している。

[0048] 次に、上述した方法により、入力信号のヒストグラムに対して所定のクラス数で複数のクラスに分ける処理を行う量子化装置100の機能構成の具体例について説明する。図1は、量子化装置100の機能構成の具体例を示す図である。量子化装置100は、入力部11、出力部12、記憶部13及び制御部14を備える。入力部11は、他の装置やネットワークから信号を受け付け、信号を自装置（量子化装置100）に入力する。入力部11によって入力された信号を「入力信号」という。出力部12は、制御部14によって入力信号が所定数のクラスで量子化された信号（以下「変換後信号」という。）を出力する。

[0049] 記憶部13は、磁気ハードディスク装置や半導体記憶装置等の記憶装置を用いて構成される。記憶部13は、制御部14によって使用される情報を記憶する。記憶部13は、例えばパラメータ記憶部131及び参照テーブル記憶部132として機能する。パラメータ記憶部131は、制御部14によって決定される量子化代表値及び最小近似誤差を記憶する。参照テーブル記憶部132は、制御部14によって生成される参照テーブルの各値を記憶する。

[0050] 制御部14は、CPU（Central Processing Unit）等のプロセッサとメモリとを用いて構成される。制御部14は、プロセッサがプログラムを実行することによって、ヒストグラム生成部141及びパラメータ決定部142として機能する。なお、制御部14の各機能の全て又は一部は、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）やPLD（Programmable Logic Device）やFPGA（Field Programmable Gate Array）等のハードウェアを用いて実現されても良い。上記のプログラムは、コンピューター読み取

り可能な記録媒体に記録されても良い。コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、例えばフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM、半導体記憶装置（例えばSSD：Solid State Drive）等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスクや半導体記憶装置等の記憶装置である。上記のプログラムは、電気通信回線を介して送信されてもよい。

[0051] ヒストグラム生成部141は、入力信号のヒストグラム（以下「入力ヒストグラム」という。）を生成する。

[0052] パラメータ決定部142は、入力ヒストグラムを予め定められた所定のクラス数で近似する際の近似誤差を最小化する量子化値（量子化代表値）と、そのときの近似誤差の最小値（最小近似誤差）と、を決定する。このとき、パラメータ決定部142は、量子化誤差の絶対値の最大値を許容誤差以下に抑えるように、クラス境界の候補を制限して上記2つの値を決定する。具体的には、パラメータ決定部142は、上述した式（5）を用いることによって、量子化代表値を決定する。パラメータ決定部142は、上述した式（9）を用いることによって、最小近似誤差を決定する。パラメータ決定部142は、決定された量子化代表値及び最小近似誤差を記憶部13に記録（格納）する。

[0053] 次に、パラメータ決定部142は、各クラスでのクラス境界を決定する。このとき、パラメータ決定部142は、記憶部13のパラメータ記憶部131に格納されている最小近似誤差を読み出し、その時点でのクラス境界の選択における近似誤差の計算に用いる。このようにパラメータ決定部142が動作することによって、制約されたクラス境界の候補に対して近似誤差を最小化するクラス境界を決定することができる。

[0054] パラメータ決定部142が各クラスでのクラス境界を決定する処理の具体例について説明する。なお、クラス境界を決定する処理は、言い換えれば上述した L_m を算出する処理である。 L_m に対して、一つ前の量子化区間（一つ前のクラス）の右端（クラス境界）の値を以下の式で算出して記憶部

13の参照テーブルに記録しておく。なお、以下の式において、 Δ_m は式(6)における最適解を示す。

$$L_m - \Delta_m$$

[0055] パラメータ決定部142は、この処理を $m=0$ から $m=M-1$ まで繰り返し実行して参照テーブルに値を記録する。 $m=M-1$ の処理として、式(8)で得られた $\Delta_m(M-1)$ の最適解が求まると、パラメータ決定部142は、参照テーブルを逆にたどり、 $\Delta_m(M-1)$ に対応する一つ前の量子化区間(一つ前のクラス)の右端(クラス境界)である $L_m(M-2)$ を同定する。パラメータ決定部142は、この処理を $m=M-2$ から $m=0$ まで繰り返し実行することで、 $L_m(M-3)$ から L_m1 の値をそれぞれ同定する。このような処理の実行によって、パラメータ決定部142が各クラスでのクラス境界を決定する。制御部14は、このように決定された各クラスのクラス境界を用いて入力信号を量子化する。

[0056] 図2は、量子化装置100の処理の流れの具体例を示すフローチャートである。まず、量子化装置100は、量子化代表値及び最小近似誤差を決定する(ステップS101)。その後、量子化装置100は、各クラスのクラス境界を同定する(ステップS102)。

[0057] このように構成された本発明により、ビット深度変換誤差を低減することが可能となる。制約条件を満たした上で、量子化誤差を最小化することが可能となり、デジタル信号処理に組み込まれる量子化器における量子化誤差の低減が可能となる。

[0058] 図3は、本実施形態に適用される情報処理装置90のハードウェア構成例の概略を示す図である。情報処理装置90は、プロセッサ91、主記憶装置92、通信インターフェース93、補助記憶装置94、入出力インターフェース95及び内部バス96を備える。プロセッサ91、主記憶装置92、通信インターフェース93、補助記憶装置94及び入出力インターフェース95は、内部バス96を介して互いに通信可能に接続される。情報処理装置90は、例えば量子化装置100に適用されてもよい。この場合、例えば

記憶部 1 3 は主記憶装置 9 2 を用いて構成されてもよいし、補助記憶装置 9 4 を用いて構成されてもよい。制御部 1 4 は、プロセッサ 9 1 を用いて構成されてもよい。

[0059] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0060] 本発明は、デジタル信号処理に組み込まれる量子化器に適用可能である。

符号の説明

[0061] 1 0 0…量子化装置、1 1…入力部、1 2…出力部、1 3…記憶部、1 3 1…パラメータ記憶部、1 3 2…参照テーブル記憶部、1 4…制御部、1 4 1…ヒストグラム生成部、1 4 2…パラメータ決定部、9 0…情報処理装置、9 1…プロセッサ、9 2…主記憶装置、9 3…通信インターフェース、9 4…補助記憶装置、9 5…入出力インターフェース

請求の範囲

【請求項1】 コンピューターが、入力信号のヒストグラムに対して、所定のクラス数で、同ヒストグラムを近似する際、量子化誤差の絶対値の最大値を許容値以下に抑えるように、クラス境界の候補を制限し、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値をメモリに格納し、

 コンピューターが、次のクラスでのクラス境界を選択する際、上記格納した最小値をメモリから呼び出し、その時点でのクラス境界選択における近似誤差の計算に用いることで、制約されたクラス境界の候補に対して近似誤差を最小化するクラス境界を選択する、量子化方法。

【請求項2】 入力信号のヒストグラムに対して、所定のクラス数で、同ヒストグラムを近似する際、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値を記憶する記憶部と、

 量子化誤差の絶対値の最大値を許容値以下に抑えるように、クラス境界の候補を制限し、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値を前記記憶部に格納し、次のクラスでのクラス境界を選択する際、上記格納した最小値をメモリから呼び出し、その時点でのクラス境界選択における近似誤差の計算に用いることで、制約されたクラス境界の候補に対して近似誤差を最小化するクラス境界を選択する制御部と、

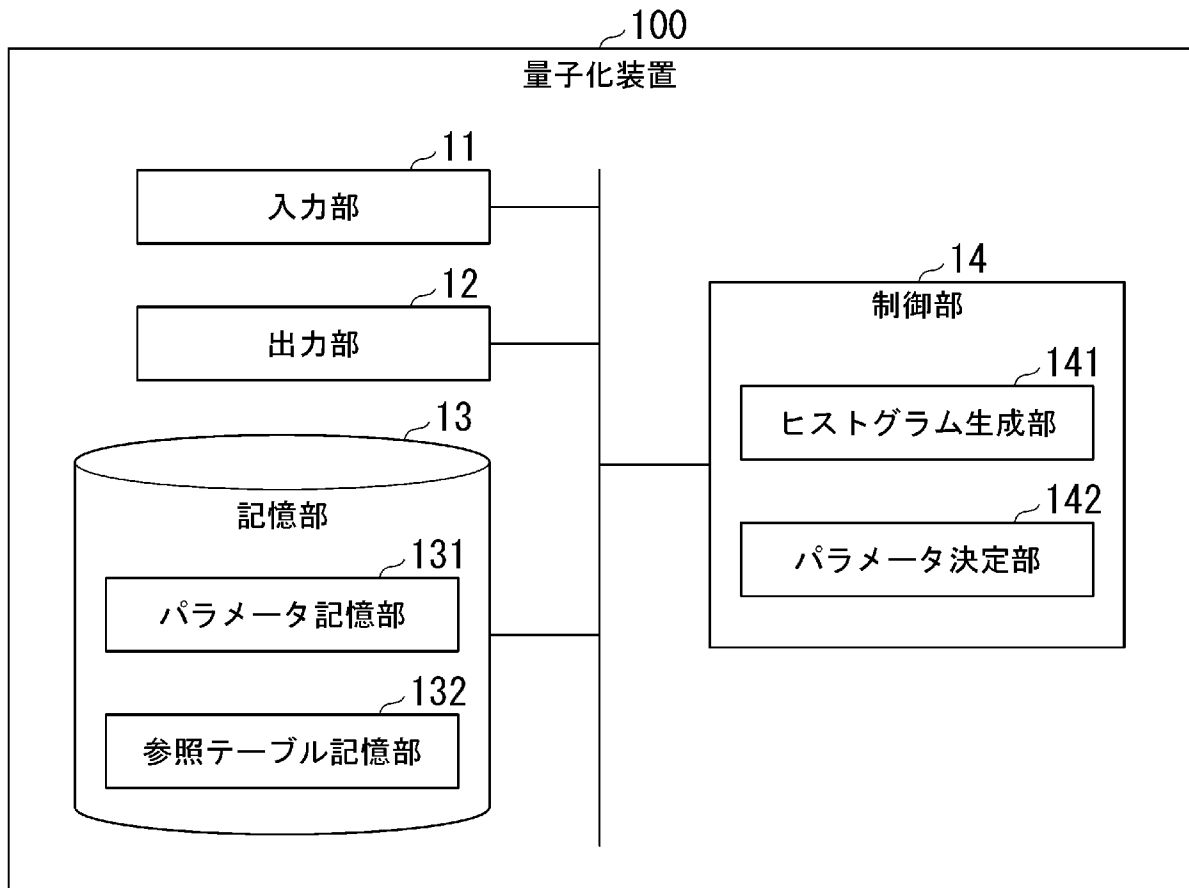
 を備える、量子化装置。

【請求項3】 入力信号のヒストグラムに対して、所定のクラス数で、同ヒストグラムを近似する際、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値を記憶する記憶部と、

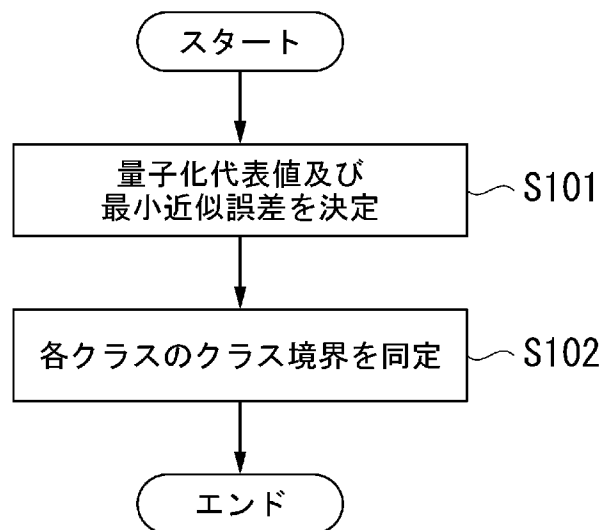
 量子化誤差の絶対値の最大値を許容値以下に抑えるように、クラス境界の候補を制限し、近似誤差を最小化する量子化値、および、そのときの近似誤差の最小値を前記記憶部に格納し、次のクラスでのクラ

ス境界を選択する際、上記格納した最小値をメモリから呼び出し、その時点でのクラス境界選択における近似誤差の計算に用いることで、制約されたクラス境界の候補に対して近似誤差を最小化するクラス境界を選択する制御部と、を備える量子化装置としてコンピューターを機能させるためのコンピュータープログラム。

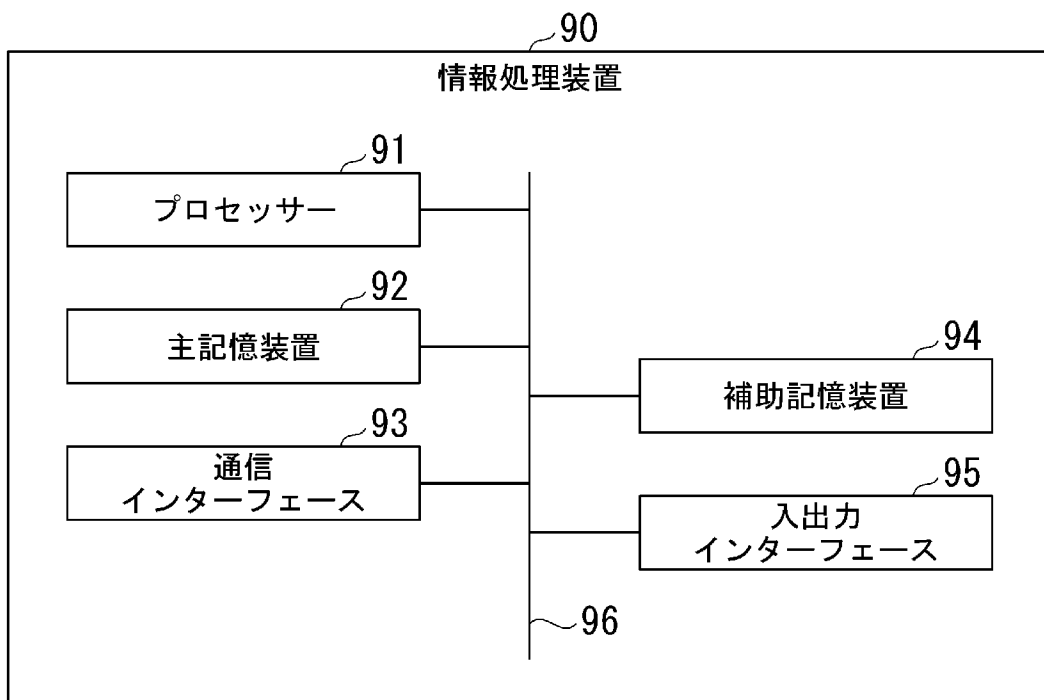
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/021144

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04N 19/124**(2014.01)i

FI: H04N19/124

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N7/12; H04N19/00-19/98

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-28584 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 02 February 2017 (2017-02-02) paragraphs [0017]-[0097], fig. 1-5	1-3
A	JP 2017-123501 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 13 July 2017 (2017-07-13) paragraphs [0018]-[0124], fig. 1-4	1-3
A	JP 2017-123614 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 13 July 2017 (2017-07-13) paragraphs [0016]-[0143], fig. 1-17	1-3



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 August 2023

Date of mailing of the international search report

29 August 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/021144

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-28584	A	02 February 2017	(Family: none)	
JP	2017-123501	A	13 July 2017	(Family: none)	
JP	2017-123614	A	13 July 2017	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04N 19/124(2014.01)i FI: H04N19/124										
B. 調査を行った分野										
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H04N7/12; H04N19/00-19/98										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2023年									
日本国実用新案登録公報	1996-2023年									
日本国登録実用新案公報	1994-2023年									
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	JP 2017-28584 A（日本電信電話株式会社）02.02.2017（2017-02-02） 段落 [0017] - [0097]、[図1] - [図5]	1-3								
A	JP 2017-123501 A（日本電信電話株式会社）13.07.2017（2017-07-13） 段落 [0018] - [0124]、[図1] - [図4]	1-3								
A	JP 2017-123614 A（日本電信電話株式会社）13.07.2017（2017-07-13） 段落 [0016] - [0143]、[図1] - [図17]	1-3								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 </td> <td> “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 16.08.2023		国際調査報告の発送日 29.08.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 田中 純一 5C 9074 電話番号 03-3581-1101 内線 3541								

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/021144

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-28584	A	02.02.2017	(ファミリーなし)	
JP	2017-123501	A	13.07.2017	(ファミリーなし)	
JP	2017-123614	A	13.07.2017	(ファミリーなし)	