

(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
2010年7月1日(01.07.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/074068 A1

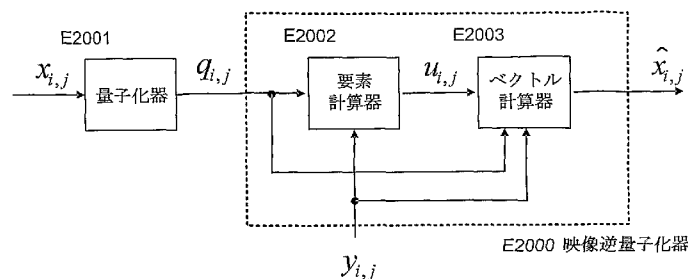
- (51) 国際特許分類:
H04N 7/26 (2006.01) H04N 1/41 (2006.01)
H03M 7/30 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/071303
- (22) 国際出願日: 2009年12月22日(22.12.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-332009 2008年12月26日(26.12.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気株式会社 (NEC Corporation) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 蝶野 慶一 (CHONO Keiichi) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宇高 克己 (UDAKA Katsuki); 〒1010025 東京都千代田区神田佐久間町1-1-4 第二ビル5階 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

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

(54) 発明の名称: 逆量子化方法、逆量子化装置及びプログラム

[図6]



E2000 Video reverse quantization unit
E2001 Quantization unit
E2002 Component calculator
E2003 Vector calculator

(57) Abstract: Disclosed is a reverse quantization method that reverse-quantizes multiple quantized values as a set, obtaining a set of multiple reverse-quantized values, said method being characterized in that the range of potential reverse-quantized values for each quantized value is obtained using at least a signal other than that of the aforementioned quantized value, and in that the set of preliminary reverse-quantized values for which the total variation norm is the minimum within the range of potential values for each reverse-quantized value is obtained as the aforementioned set of reverse-quantized values.

(57) 要約: 本発明は、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法であって、量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする逆量子化方法である。



WO 2010/074068 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 逆量子化方法、逆量子化装置及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、逆量子化方法、逆量子化装置及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 図1を参照して、関連する映像逆量子化技術について説明する。ただし、量子化器E1001は、映像逆量子化をする要素計算器E1002との入出力関係を示す目的で記載していること、すなわち、映像逆量子化技術は要素計算器E1002のみによって構成できることに注意されたい。

[0003] また、垂直画素数 m 、水平画素数 n の1枚のグレースケールの映像フレームを映像信号ベクトル x とする。ただし、以降の説明から明らかなように、カラーの映像信号にも関連技術と本発明は適用できる。また、前記映像信号ベクトル x が映像フレームの部分領域であっても、関連技術と本発明を適用できる。尚、本稿では、“複数要素の組”および“複数要素の集合”を、“ベクトル”と呼ぶ。

[0004] 量子化器E1001は、映像信号ベクトル x の各要素

$$x_{i,j} (0 \leq i \leq m-1, 0 \leq j \leq n-1)$$

を量子化して量子化値 $q_{i,j}$ を計算する。E1001の量子化器が量子化幅を Q_s とする線形量子化器であるとする、

$$q_{i,j} = \text{floor}(x_{i,j} / Q_s + 0.5) \quad (1)$$

となる。ただし、関数 $\text{floor}()$ は床関数であり、実数値の入力値の中で最大の整数を返す関数である。以降では、前記量子化値 $q_{i,j}$ の組（集合）を量子化値ベクトル q とする。

[0005] 要素計算器E1002は、前記量子化値 $q_{i,j}$ と、映像信号ベクトル x との間に相関のある他の映像信号ベクトル y （補助情報 y ）の各要素 $y_{i,j}$ とを用いて、逆量子化値

$$\hat{x}_{i,j}$$

を計算する。前記量子化値 $q_{i,j}$ に対応する半開区間を

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+) \text{ (ただし、} Q_{i,j}^- = Qs \cdot q_{i,j} - Qs/2, Q_{i,j}^+ = Qs \cdot q_{i,j} + Qs/2 \text{)、}$$

前記の相関に対応する条件付確率密度関数を、 $f_{x|y}(x|y)$ とすると、要素計算器E1002は、逆量子化された映像信号ベクトル逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{\mathbf{x}}$$

の平均二乗誤差が最小となる各要素(各逆量子化値)

$$\hat{x}_{i,j}$$

を、以下の条件付期待値によって計算する(図2)。

$$\hat{x}_{i,j} = E_{x|y}[x | x \in [Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+], y_{i,j}] = \int_{Q_{i,j}^-}^{Q_{i,j}^+} x \cdot f_{x|y}(x|y_{i,j}) dx \quad (2)$$

なお、現実においては、「条件付確率分布 $f_{x|y}$ の完全な形状は分からない」および「式(2)の計算は積分が必要となる」という理由から、式(2)の代わりの近似計算(非特許文献1、2、3)が利用される。例えば、非特許文献1では、式(2)の代わりに、以下の式(2)' を利用することを提案している。

$$\hat{x}_{i,j} = \begin{cases} Q_{i,j}^-, & y_{i,j} < Q_{i,j}^- \\ y_{i,j}, & Q_{i,j}^- \leq y_{i,j} < Q_{i,j}^+ \\ Q_{i,j}^+, & Q_{i,j}^+ \leq y_{i,j} \end{cases} \quad (2)'$$

近似計算が正確である限り、単純に逆量子化して逆量子化値を計算するよりも、前記補助情報 y を利用して逆量子化値を計算することによって、逆量

子化映像信号ベクトル

$$\hat{\mathbf{x}}$$

の平均二乗誤差を低減できる。

- [0006] 上述した要素計算器E1002の映像逆量子化によって、平均二乗誤差がより小さい逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{\mathbf{x}}$$

を計算することができる。

- [0007] 以上で、関連技術の説明を終了する。

先行技術文献

非特許文献

- [0008] 非特許文献1: Aaron, R. Zhang and B. Girod, “Wyner-Ziv Coding for Motion Video,” Asilomar Conference, November 2002.

非特許文献2: Y. Vatis, S. Klomp and J. Ostermann, “Enhanced reconstruction of the quantised transform coefficients for Wyner-Ziv coding,” ICME, July 2007.

非特許文献3: D. Kubasov, J. Nayak and C. Guillemot, “Optimal Reconstruction in Wyner-Ziv Video Coding with Multiple Side Information,” MMSP, October, 2007.

非特許文献4: S. Osher, L. I. Rudin, and E. Fatemi, “Nonlinear total variation based noise removal algorithms,” Physic D, vol. 60, pp. 259-268, 1992.

非特許文献5: C. Tomasi and R. Manduchi, “Bilateral Filtering for Gray and Color Images,” ICCV, 1998.

非特許文献6: F. Alter, S. Durand and J. Froment, “Adapted Total Vari

ation for Artifact Free Decompression of JPEG Images,” Journal of Mathematical Imaging and Vision 23, pp. 199–211, September 2005.

非特許文献7: A. Chambolle, “An algorithm for total variation minimization and applications,” J. Math. Imaging Vis., Vol. 20, No. 1, pp. 89 – 97, 2004.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] 関連技術の原理的な課題として、近似計算が正確であっても、逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{\mathbf{x}}$$

の平均二乗誤差が低減される代わりに局所的に二乗誤差が大きくなり、それが局所劣化として目立つという課題があった。

- [0010] そこで、本発明は上記課題に鑑みて発明されたものであって、その目的は高品質な逆量子化方法、逆量子化装置及びプログラム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

- [0011] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法であって、量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする。
- [0012] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法であって、前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子

化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする。

[0013] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を符号化する符号化方法であって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、前記逆量子化方法は、量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする。

[0014] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を符号化する符号化方法であって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、前記逆量子化方法は、前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする。

[0015] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を復号する復号方法であって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、前記逆量子化方法は、量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする。

[0016] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を復号する復号方法であって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、前記逆量子化方法は、前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化

値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする。

[0017] 上記課題を解決する本発明は、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法であって、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップとを有することを特徴とする。

[0018] 上記課題を解決する本発明は、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法であって、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記量子化値ベクトルによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップとを有することを特徴とする。

[0019] 上記課題を解決する本発明は、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法であって、前記量子化値ベクトルの要素を用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、前記映像要素計算ステッ

プにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップとを有することを特徴とする。

[0020] 上記課題を解決する本発明は、量子化値ベクトルを符号化する映像符号化方法であって、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法を用い、前記映像逆量子化方法は、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップとを有することを特徴とする。

[0021] 上記課題を解決する本発明は、量子化値ベクトルを復号する映像復号方法であって、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法を用い、前記映像逆量子化方法は、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップとを有することを特徴とする。

- [0022] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置であって、量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める復元手段を有することを特徴とする。
- [0023] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置であって、前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める復元手段を有することを特徴とする。
- [0024] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を符号化する符号化装置であって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、前記逆量子化装置は、量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有することを特徴とする。
- [0025] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を符号化する符号化装置であって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、前記逆量子化装置は、前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有す

ることを特徴とする。

[0026] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を復号する復号装置であって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、前記逆量子化装置は、量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有することを特徴とする。

[0027] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を復号する復号装置であって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、前記逆量子化装置は、前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有することを特徴とする。

[0028] 上記課題を解決する本発明は、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置であって、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段とを有することを特徴とする。

[0029] 上記課題を解決する本発明は、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装

置であって、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記量子化値ベクトルによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段とを有することを特徴とする。

[0030] 上記課題を解決する本発明は、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置であって、前記量子化値ベクトルの要素を用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段とを有することを特徴とする。

[0031] 上記課題を解決する本発明は、量子化値ベクトルを符号化する映像符号化装置であって、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置を有し、前記映像逆量子化装置は、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段とを有することを特徴とする。

[0032] 上記課題を解決する本発明は、量子化値ベクトルを復号する映像復号装置

であって、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置を有し、前記映像逆量子化装置は、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段とを有することを特徴とする。

[0033] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化のプログラムであって、量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求める処理と、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

[0034] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化のプログラムであって、前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する処理と、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

[0035] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を符号化する符号化のプログラムであって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、前記逆量子化処理は、量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求

める処理と、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

[0036] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を符号化する符号化のプログラムであって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、前記逆量子化処理は、前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する処理と、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

[0037] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を復号する復号方法のプログラムであって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、前記逆量子化処理は、量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求める処理と、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

[0038] 上記課題を解決する本発明は、複数の量子化値を復号する復号のプログラムであって、複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、前記逆量子化処理は、前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する処理と、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

[0039] 上記課題を解決する本発明は、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化のプログラムであって、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

[0040] 上記課題を解決する本発明は、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化のプログラムであって、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記量子化値ベクトルによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

[0041] 上記課題を解決する本発明は、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化のプログラムであって、前記量子化値ベクトルの要素を用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルム

が最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

[0042] 上記課題を解決する本発明は、量子化値ベクトルを符号化する映像符号化のプログラムであって、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化処理を有し、前記映像逆量子化処理は、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

[0043] 上記課題を解決する本発明は、量子化値ベクトルを復号する映像復号のプログラムであって、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化処理を有し、前記映像逆量子化処理は、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とする。

発明の効果

[0044] 本発明によれば、高品質な逆量子化方法、逆量子化装置及びプログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0045] [図1] 図 1 は関連技術の説明図である。

[図2] 図 2 は要素の逆量子化概念図である。

[図3] 図 3 は初期逆量子化映像信号ベクトル計算結果の概念図である。

[図4] 図 4 は値域の概念図である。

[図5] 図 5 は最終逆量子化映像信号ベクトル計算結果の概念図である。

[図6] 図 6 は第1の実施の形態の構成図である。

[図7] 図 7 は第1の実施の形態のフローチャートである。

[図8] 図 8 は第2の実施の形態の構成図である。

[図9] 図 9 は第2の実施の形態のフローチャートである。

[図10] 図 10 は第3の実施の形態の構成図である。

[図11] 図 11 は第3の実施の形態のフローチャートである。

[図12] 図 12 は第4の実施の形態の構成図である。

[図13] 図 13 は第4の実施の形態のフローチャートである。

[図14] 図 14 は第1の実施の形態におけるその他の構成図である。

[図15] 図 15 は第2の実施の形態におけるその他の構成図である。

[図16] 図 16 は第3の実施の形態におけるその他の構成図である。

[図17] 図 17 は第4の実施の形態におけるその他の構成図である。

[図18] 図 18 は第1の実施の形態におけるその他の構成図である。

[図19] 図 19 は第2の実施の形態におけるその他の構成図である。

[図20] 図 20 は第3の実施の形態におけるその他の構成図である。

[図21] 図 21 は第4の実施の形態におけるその他の構成図である。

[図22] 図 22 は映像逆量子化器を用いた映像符号化器の構成図である。

[図23] 図 23 は映像逆量子化器を用いた映像復号器の構成図である。

[図24] 図 24 は本実施の形態における情報処理装置の構成図である。

[図25] 図 25 は本実施の形態における効果の具体例を説明するための図であ

る。

発明を実施するための形態

[0046] 本発明の原理を簡単に説明する。

[0047] 一般的に「映像信号は、信号値が緩やかに変化する平坦領域、信号値が急峻に変化するエッジ領域、および信号値が激しく振動するテクスチャ領域によって構成され、人間の視覚が、平坦領域やエッジ領域での雑音に敏感であり、テクスチャ領域での雑音に鈍感である」という性質がある。

[0048] ゆえに、前記の性質から、前記局所劣化が目立つ箇所は、映像信号の平坦領域やエッジ領域の箇所であると考えられる。本発明は、上述した関連技術によって要素毎に計算された逆量子化映像信号ベクトル(以後、初期逆量子化映像信号ベクトルと呼ぶ)を、その映像信号ベクトルの振動がより小さくなるような逆量子化映像信号ベクトル(以後、最終逆量子化映像信号ベクトルと呼ぶ)に更新することによって、前記局所劣化が目立つことを回避する。

[0049] ただし、本発明においては、(人間の視覚が敏感な)エッジ領域でのぼけが少ない前記最終逆量子化映像信号ベクトルを計算する手法として、全変分ノルム(Total variation norm)を最小化する非特許文献4の全変分最小化法(Total variation minimization methods)や、非特許文献5のバイラテラルフィルタ(Bilateral Filter)などを利用する。

[0050] また、本発明においては、量子化値、前記補助情報、および前記条件付確率密度関数を用いて、逆量子化映像信号ベクトル(オリジナルの映像信号ベクトル)の存在するベクトルの集合を正確に限定し(以後では、前記ベクトルの集合に対応するベクトル空間を、単純に、部分ベクトル空間と呼ぶ)、前記部分ベクトル空間の中で前記最終逆量子化映像信号ベクトルを計算する。これによって、前記エッジ領域でのぼけをより効果的に抑制できる。前記部分ベクトル空間を正確に限定する点が、前記全変分最小化法を用いてJPEG圧縮によるノイズを抑制する非特許文献6と大きく異なる点である。そもそも、非特許文献6は、前記補助情報を利用して逆量子化映像信号ベクトル

$\hat{\mathbf{x}}$

の平均二乗誤差を低減する、という関連技術の手法を考慮できない。

[0051] 続いて、図面を用いて本発明の原理を解説する。

[0052] 本発明は、まず、前記初期逆量子化映像信号ベクトルを関連技術と同様に計算する（図3）。

[0053] 続いて、本発明は、前記量子化値 $q_{i,j}$ 、前記補助情報の要素 $y_{i,j}$ 、および前記条件付確率密度関数 $f_{x|y}$ から、オリジナルの映像ベクトル x の各要素 $x_{i,j}$ の値域 (range) である

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

を計算する（図4）。前記各要素 $x_{i,j}$ の値域

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

で定義される部分ベクトル空間を

$$U(x \in \mathbf{R}^{m \times n}, \forall i = 0, \dots, m-1, \forall j = 0, \dots, n-1, x_{i,j} \in [Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+))$$

とする。ただし、 $\mathbf{R}^{m \times n}$ は、実数の要素を持つ m 行 n 列の行列であり、映像ベクトルに対応する。

[0054] 図4の例では、前記要素 $x_{i,j}$ の値域である

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

は、 $f_{x|y}$ が定義域 (domain) でその値が0よりも大きい区間と半開空間

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

とのオーバーラップである。明らかに、オリジナルの映像信号ベクトルの存在する前記部分ベクトル空間 U は、前記量子化値 $q_{i,j}$ で定義される部分ベクトル空間

$$V(x \in \mathbf{R}^{m \times n}, \forall i = 0, \dots, m-1, \forall j = 0, \dots, n-1, x_{i,j} \in [Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+])$$

よりも、限定された部分ベクトル空間であること（つまり、 U は V の部分空間 (sub-space) であること）に注意されたい。

- [0055] 最後に、本発明は、前記部分ベクトル空間 U の中で、前記初期逆量子化映像信号ベクトルを始点として、最終逆量子化映像信号ベクトルを計算し、その結果を逆量子化映像ベクトルとして出力する。例えば、図5は、垂直に隣接する各要素間の絶対値誤差の総和

$$(|x_{i-1,j} - x_{i,j}| + |x_{i,j} - x_{i+1,j}|)$$

が小さくなるような最終逆量子化映像信号ベクトルを計算した例である。前記最終逆量子化映像ベクトルは、ぼけることなく、(人間の視覚が敏感な) 平坦領域やエッジ領域における信号値の振動が抑制された映像ベクトルとなる。ゆえに、前記局所劣化が目立つことを回避できる。

- [0056] 以上で、本発明の原理の説明を終了する。
- [0057] 上述した本発明の原理に基づく映像逆量子化技術によって、上述した関連技術の課題を解決できる。
- [0058] また、前記補助情報が逆量子化対象の映像信号ベクトルに時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルであれば、時間方向の連続性が改善されるように逆量子化映像信号ベクトルを計算するべきである。このため、本発明の別の手段においては、前記補助情報の各要素 $y_{i,j}$ と前記初期逆量子化映像

信号ベクトルの要素

$$\hat{x}_{i,j}$$

の絶対差分値がある閾値よりも小さい場合、あるいは、前記補助情報の要素 $y_{i,j}$ が前記部分ベクトル空間の対応する要素の値域に含まれる場合、前記最終逆量子化映像信号ベクトルの対応する要素 $x_{i,j}$ が前記補助情報の要素 $y_{i,j}$ と近い値をとるように、前記最終逆量子化映像信号ベクトルの計算に制約をつける。本発明によって、時間方向の連続性が改善し、映像のちらつきを抑制できる。

[0059] また、上述した本発明の手段らは、量子化値を符号化する映像符号化方法において、その映像信号のローカル復号の復号手段として利用することもできる。本発明によって、より高品質な映像符号化方法を提供できる。

[0060] また、上述した本発明の手段らは、量子化値を復号する映像復号方法において、その映像信号の復号手段として利用することもできる。本発明によって、より高品質な映像復号方法を提供できる。

[0061] 以下、具体的な実施の形態を説明する。

[0062] <発明の第1実施形態>

図6を参照して、本実施形態における発明の映像逆量子化技術の構成について説明する。ただし、図6の量子化器E2001は、映像を逆量子化する映像逆量子化器E2000との入出力関係を示す目的で記載していること、すなわち、発明の映像逆量子化技術は映像逆量子化器E2000のみによって構成できることに注意されたい。

[0063] 量子化器E2001(図1の関連技術のものと同一である)は、映像信号ベクトル x の各要素

$$x_{i,j} (0 \leq i \leq m-1, 0 \leq j \leq n-1)$$

を量子化して量子化値 $q_{i,j}$ を計算する。E2001の量子化器が量子化幅を Q_s

とする線形量子化器であるとする、

$$q_{i,j} = \text{floor}(x_{i,j} / Qs + 0.5) \quad (3)$$

となる。以降では、前記量子化値 $q_{i,j}$ の集合を量子化値ベクトル q とする。

[0064] 映像逆量子化器E2000は、要素計算器E2002とベクトル計算器E2003とで構成される。要素計算器E2002とベクトル計算器E2003は、前記量子化値ベクトル q と、前記映像信号ベクトル x との間に相関のある他の映像信号ベクトル y (以後、補助情報 y) とを入力として、逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{x}$$

を計算する。それぞれを以下で説明する。

[0065] 要素計算器E2002は、前記量子化値ベクトル q と入力される前記補助情報 y とを用いて、初期逆量子化映像信号ベクトル u の各要素値 $u_{i,j}$ を計算する。

[0066] 具体的には、要素計算器E2002は、前記相関に対応する条件付確率密度関数を $f_{x|y}(x|y)$ 、量子化値 $q_{i,j}$ に対応する半開区間を

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+) \text{ (ただし、} Q_{i,j}^- = Qs \cdot q_{i,j} - Qs/2, Q_{i,j}^+ = Qs \cdot q_{i,j} + Qs/2)$$

とすると、要素計算器E2002は、各要素値 $u_{i,j}$ を以下の条件付期待値によって計算する。

$$u_{i,j} = E_{X|Y}[x | x \in [Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+), y_{i,j}] = \int_{Q_{i,j}^-}^{Q_{i,j}^+} x \cdot f_{X|Y}(x | y_{i,j}) dx \quad (4)$$

ただし、要素計算器E2002は、式(4)の代わりに、以下の式(4)'を利用して各逆量子化値 $u_{i,j}$ を計算してもよい。

$$u_{i,j} = \begin{cases} Q_{i,j}^-, & y_{i,j} < Q_{i,j}^- \\ y_{i,j}, & Q_{i,j}^- \leq y_{i,j} < Q_{i,j}^+ \\ Q_{i,j}^+, & Q_{i,j}^+ \leq y_{i,j} \end{cases} \quad (4)'$$

ところで、前記補助情報 y が逆量子化対象の映像信号ベクトル x に時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルである時、時間方向の連続性が改善されるように逆量子化映像信号ベクトルを計算するべきである。その計算のために、要素計算器E2002は、前記補助情報の各要素 $y_{i,j}$ と式(4)にて得られた要素 $u_{i,j}$ の絶対差分値が所定の閾値より小さい場合、あるいは、前記補助情報の要素 $y_{i,j}$ が対応する量子化値 $q_{i,j}$ に対応する半開区間

$$[q_{i,j}^-, q_{i,j}^+)$$

に含まれる場合では、式(4) または式(4)' によって計算された $u_{i,j}$ を以下の式(5) または式(5)' で更新してもよい。

$$u_{i,j} = 0.5 \times u_{i,j} + 0.5 \times y_{i,j} \quad (5)$$

$$u_{i,j} = 0.5 \times Qs \times q_{i,j} + 0.5 \times y_{i,j} \quad (5)'$$

なお、式(5)あるいは式(5)' によって $u_{i,j}$ を更新する時には、前記補助情報 y は、前記時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルの各要素が動き補償予測によって映像信号ベクトル x の各要素と位置合わせされた映像信号ベクトルであればなお良い。(つまり、前記補助情報 y は、時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルの各要素が動き補償予測によって映像信号ベクトル x の各要素と位置合わせされた映像信号ベクトルであってもよい。)

ベクトル計算器E2003は、入力される補助情報 y と量子化値ベクトル q とに基づいて、入力される初期逆量子化映像信号ベクトル u をより振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル更新して、その更新の結果を最終逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{x}$$

として出力する。

[0067] 先ず、ベクトル計算器E2003は、前記量子化値 $q_{i,j}$ 、前記補助情報の要素 $y_{i,j}$ 、および前記条件付確率密度関数 $f_{x|y}$ から、各要素 $x_{i,j}$ の値域 (domain) である

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+]$$

を以下の式(6)と式(7)によって計算する。

$$Q_{i,j}^- = \begin{cases} Q_{i,j}^- & \cdots \text{ if } \min_x < Q_{i,j}^- \text{ or } \max_x > Q_{i,j}^+ \\ \max(Q_{i,j}^-, \min_x) & \cdots \text{ otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

$$Q_{i,j}^+ = \begin{cases} Q_{i,j}^+ & \cdots \text{ if } \max_x < Q_{i,j}^- \text{ or } \min_x > Q_{i,j}^+ \\ \min(Q_{i,j}^+, \max_x) & \cdots \text{ otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

ただし、 $\min_x$ は、前記条件付確率密度関数 $f_{x|y}$ が定義域において0と交わる x の最小値、 $\max_x$ は、条件付前記確率密度関数 $f_{x|y}$ が定義域において0と交わる x の最大値である。尚、 $\min_x$ と、 $\max_x$ とは、前記条件付確率密度関数 $f_{x|y}$ の標準偏差から計算してもよい。

[0068] 以後、式(6)と式(7)によって得られた各要素 $x_{i,j}$ の値域で定義される部分ベクトル空間を U (ただし、

$$\mathbf{u} \in \mathbf{R}^{m \times n}, \forall i = 0, \dots, m-1, \forall j = 0, \dots, n-1, u_{i,j} \in [Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+]$$

とする。

[0069] 続いて、ベクトル計算器E2003は、所定の回数 k だけ、初期逆量子化映像信号ベクトル $\mathbf{u}$ (以後、 $\mathbf{u}^0$ と記述する) を始点として、以下で記述する第1の射影と第2の射影を交互に繰り返し、前記部分ベクトル空間 U から、より振動の少ない逆量子化映像信号ベクトルを計算する。なお、以下で記述する $\mathbf{u}^k$ の上付き文字 (superscript) の k は、ある時点での前記逐次繰り返しの回数に対応し、 $\mathbf{u}^k$ は前記逐次繰り返しが k 回適用された時点での逆量子化映像信号ベクトルを示す。また、 $\mathbf{u}^0$ は初期逆量子化映像信号ベクトルである。

[0070] 前記第1の射影は、入力される逆量子化映像信号ベクトル $\mathbf{u}^k$ を、より振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル $\mathbf{u}^{k+1}$ に更新する処理である。具体的には、以下の式(8)で定義される全変分ノルムである目的関数 $J(\mathbf{s})$ と、以下の式(11)で定義される制約関数 $G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)$ との和である式(12)の汎関数 $F(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)$ を最小にする映像信号ベクトル $\mathbf{s}$ を計算し、その解である $\mathbf{s}$ を $\mathbf{u}^{k+1}$ とする。

$$J(\mathbf{s}) = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |(\nabla \mathbf{s})_{i,j}| = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \sqrt{((\nabla \mathbf{s})_{i,j}^v)^2 + ((\nabla \mathbf{s})_{i,j}^h)^2} \quad (8)$$

$$(\nabla \mathbf{s})_{i,j}^v = \begin{cases} s_{i+1,j} - s_{i,j} & \cdots \text{ if } i < m-1 \\ 0 & \cdots \text{ if } i = m-1 \end{cases} \quad (9)$$

$$(\nabla \mathbf{s})_{i,j}^h = \begin{cases} s_{i,j+1} - s_{i,j} & \cdots \text{ if } j < n-1 \\ 0 & \cdots \text{ if } j = n-1 \end{cases} \quad (10)$$

$$G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda) = \frac{\|\mathbf{s} - \mathbf{u}^k\|}{2\lambda} \quad (11)$$

$$F(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda) = J(\mathbf{s}) + G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda) \quad (12)$$

定式的には、第1の射影の結果($\mathbf{u}^{k+1}$)は、以下の式(13)を解くことで得られる。(つまり制約関数 $G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)$ の下で、目的関数 $J(\mathbf{s})$ を最小化することになり、全変分ノルムが小さい $\mathbf{s}$ が得られる。すなわち、振動の少ない $\mathbf{s}$ が得られる)

$$\mathbf{u}^{k+1} = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^{m \times n}} \{F(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)\} = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^{m \times n}} \{J(\mathbf{s}) + G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)\} \quad (13)$$

なお、式(13)を解く方法としては、非特許文献6などの劣勾配法(Sub-gradient methods)や非特許文献7などの射影法(Projection methods)を利用すればよい。また、上述した λ は、量子化幅 Q_s に依存する正の実数とすればよい。

[0071] 前記第2の射影は、入力される逆量子化映像信号ベクトル $\mathbf{u}^{k+1}$ を、前記部

分ベクトル空間 U の中に制限する処理である。具体的には、以下の式(14)を逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} のすべての要素 $u_{i,j}$ に対して適用する。

$$u_{i,j} = \max(Q_{i,j}^-, \min(Q_{i,j}^+, u_{i,j})) \quad (14)$$

最後に、ベクトル計算器E2003は、 K 回だけ、上述した第1の射影と第2の射影を交互に繰り返すことによって得られた u^k を前記最終逆量子化映像信号ベクトル

$\hat{x}$

として出力する。

[0072] 以上で、本実施形態における発明の映像逆量子化技術の構成と動作の説明を終了する。

[0073] 続いて、図7のフローチャートを参照して、発明の処理の流れを説明する。ただし、発明に関する映像逆量子化器E2000の内部のフローだけを説明する。

[0074] 処理の開始に際して、カウンタをリセットする($k=0$)。

[0075] ステップS2001では、上述した要素計算器E2002によって、初期逆量子化映像信号ベクトル u を計算する。続いて、ステップS2002に進む。

[0076] ステップS2002では、上述したベクトル計算器E2003によって、部分ベクトル空間 U を計算する。続いて、ステップS2003に進む。

[0077] ステップS2003では、上述したベクトル計算器E2003によって、現在の逆量子化映像信号ベクトル u^k を上述した第1の射影によって、より振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} に更新する。続いて、ステップS2004に進む。

[0078] ステップS2004では、上述したベクトル計算器E2003によって、現在の逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} を上述した第2の射影によって、部分ベクトル空間 U の中に制限する。続いて、ステップS2005に進む。

[0079] ステップS2005では、カウンタ k が所定の値 K と等しいかを判断する。等し

い場合、処理を終了する。そうでなければカウンタ k を1だけインクリメントして、ステップS2003にもどる。なお、ステップS2003にもどる際には、上述した第1の射影の変数 λ をより小さな正の値に変更することが望ましい。

[0080] 処理の終了後、 u^k を最終逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{x}$$

として出力する。

[0081] 以上で、本実施形態における発明のフローチャートの説明を終了する。

[0082] 以上で、本実施形態の説明を終了する。

<第2の実施の形態>

本実施形態では、映像逆量子化器の入力である量子化値が、映像信号ベクトルを周波数変換した変換係数の量子化値である場合の本発明の映像逆量子化器について説明する。

[0083] 図8を参照して、本実施形態における発明の映像逆量子化技術の構成について説明する。ただし、図8の変換器E3001と量子化器E3002は、映像を逆量子化する映像逆量子化器E3000との入出力関係を示す目的で記載していること、すなわち、発明の映像逆量子化技術は映像逆量子化器E3000のみによって構成できることに注意されたい。

[0084] 変換器E3001は、映像信号ベクトル x を周波数変換し、変換係数値

$$X_{i,j} (0 \leq i \leq m-1, 0 \leq j \leq n-1)$$

を計算する。前記周波数変換としては、8x8ブロック単位のDCT (Discrete Cosine Transform) などが利用できる。以降では、前記変換係数値 $X_{i,j}$ の集合を変換係数値ベクトル X とする。

[0085] 量子化器E3002 (図1の関連技術のものと同じ動作である) は、変換器E3001で得られた各変換係数値 $X_{i,j}$ を量子化して、量子化値 $q_{i,j}$ を計算する。E3002の量子化器が量子化幅を Q_s とする線形量子化器であるとする、

$$q_{i,j} = \text{sign}(X_{i,j}) \cdot \text{floor}(|X_{i,j}|/Qs + 0.5) \quad (15)$$

となる。ただし、関数 $\text{sign}()$ は、実数値の入力値の符号(±)を返す関数であり、また、関数 $\text{floor}()$ は、実数値の入力値の中で最大の整数を返す関数である。以降では、前記量子化値 $q_{i,j}$ の集合を量子化値ベクトル q とする。

[0086] 映像逆量子化器E3000は、変換器E3003、要素計算器E3004、逆変換器E3005、ベクトル計算器E3006で構成される。映像逆量子化器E3000の入力は、前記量子化値ベクトル q と、周波数領域において映像信号ベクトル x との間に相関のある他の映像信号ベクトル y である。

[0087] 変換器E3003は、変換器E3001と同様に、入力される前記他の映像信号ベクトル y を周波数変換して、その変換係数値ベクトル Y (以後、補助情報 Y) を計算する。

[0088] 続いて、要素計算器E3004は、前記補助情報 Y と前記量子化値ベクトル q とを入力として、逆量子化変換係数値ベクトル

$$\hat{X}$$

を計算する。具体的には、前記量子化値 $q_{i,j}$ に対応する半開区間を

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+) \text{ (ただし、} Q_{i,j}^- = Qs \cdot q_{i,j} - Qs/2, Q_{i,j}^+ = Qs \cdot q_{i,j} + Qs/2 \text{)、}$$

要前記の相関に対応する条件付確率密度関数を $f_{X|Y}(X|Y)$ とすると、要素計算器E3004は、各要素

$$\hat{X}_{i,j}$$

を以下の式(16)によって計算する。

$$\hat{X}_{i,j} = E_{X|Y}[X | X \in [Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+), Y_{i,j}] = \int_{Q_{i,j}^-}^{Q_{i,j}^+} X \cdot f_{X|Y}(X | Y_{i,j}) dX \quad (16)$$

ただし、要素計算器E3004は、式(16)の代わりに、以下の式(16)'を利用して各要素

$$\hat{X}$$

を計算してもよい。

$$\hat{X}_{i,j} = \begin{cases} Q_{i,j}^-, & Y_{i,j} < Q_{i,j}^- \\ Y_{i,j}, & Q_{i,j}^- \leq Y_{i,j} < Q_{i,j}^+ \\ Q_{i,j}^+, & Q_{i,j}^+ \leq Y_{i,j} \end{cases} \quad (16)'$$

ところで、前記他の映像信号ベクトル y が逆量子化対象の映像信号ベクトル x に時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルである時、時間方向の連続性が改善されるように逆量子化映像信号ベクトルを計算するべきである。その計算のために、要素計算器E3004は、前記補助情報の各要素 $Y_{i,j}$ と式(4)にて得られた要素

$$\hat{X}_{i,j}$$

の絶対差分値が所定の閾値より小さい場合、あるいは、前記補助情報の要素 $Y_{i,j}$ が対応する量子化値 $q_{i,j}$ に対応する半開区間

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

に含まれる場合では、式(16) または式(16)' によって計算された

$$\hat{X}_{i,j}$$

を以下の式(17)または式(17)' で更新してもよい。

$$\hat{X}_{i,j} = 0.5 \times \hat{X}_{i,j} + 0.5 \times Y_{i,j} \quad (17)$$

$$\hat{X}_{i,j} = 0.5 \times Qs \times q_{i,j} + 0.5 \times Y_{i,j} \quad (17)'$$

なお、式(17)あるいは式(17)' によって

$$\hat{X}_{i,j}$$

を更新する時、前記映像信号ベクトル y は、前記時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルの各要素が動き補償予測によって映像信号ベクトル x の各要素と位置合わせされた映像信号ベクトルであればなお良い。(つまり、前記他の映像信号ベクトル y は、時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルの各要素が動き補償予測によって映像信号ベクトル x の各要素と位置合わせされた映像信号ベクトルであってもよい。)

続いて、逆変換器E3005は、前記要素計算器E3004で得られた逆量子化変換係数値ベクトル

$$\hat{\mathbf{X}}$$

を逆周波数変換して、初期逆量子化映像信号ベクトル u を計算する。

[0089] さらに、ベクトル計算器E3006は、前記量子化値ベクトル q と前記補助情報 Y に基づいて、前記逆変換器E3005で得られた初期逆量子化映像信号ベクトル u をより振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル更新して、最終逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{\mathbf{x}}$$

として出力する。

[0090] 先ず、ベクトル計算器E3006は、前記量子化値 $q_{i,j}$ 、前記補助情報の要素

$Y_{i,j}$ 、および前記条件付確率密度関数 $f_{x|y}$ から、周波数領域における映像信号ベクトルの各要素 $X_{i,j}$ の値域である

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

を以下の式(18)と式(19)によって計算する。

$$Q_{i,j}^- = \begin{cases} Q_{i,j}^- & \cdots \text{ if } \max_x < Q_{i,j}^- \text{ or } \min_x > Q_{i,j}^+ \\ \max(Q_{i,j}^-, \min_x) & \cdots \text{ otherwise} \end{cases} \quad (18)$$

$$Q_{i,j}^+ = \begin{cases} Q_{i,j}^+ & \cdots \text{ if } \max_x < Q_{i,j}^- \text{ or } \min_x > Q_{i,j}^+ \\ \min(Q_{i,j}^+, \max_x) & \cdots \text{ otherwise} \end{cases} \quad (19)$$

ただし、 $\min_x$ は、前記条件付確率密度関数 $f_{x|y}$ が定義域において0と交わる x の最小値、 $\max_x$ は、前記条件付確率密度関数 $f_{x|y}$ が定義域において0と交わる x の最大値である。なお、 $\min_x$ と $\max_x$ とは、前記条件付確率密度関数 $f_{x|y}$ の標準偏差から計算してもよい。

[0091] 以後、式(18)と式(19)によって得られた変換係数値 $X_{i,j}$ の値域

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

で定義される部分ベクトル空間

$$U (\text{ただし、} \mathbf{X} \in \mathbf{R}^{m \times n}, \forall i = 0, \dots, m-1, \forall j = 0, \dots, n-1, X_{i,j} \in [Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+))$$

とする。前記の定義から明らかなように、部分ベクトル空間 U は、オリジナルの映像信号ベクトル x の周波数領域における値域である。

[0092] 続いて、ベクトル計算器E3006は、所定の回数 K だけ、初期逆量子化映像信号ベクトル u (以後、 u^0 と記述する) を始点として、以下で記述する第1から第4の射影を順次繰り返し、前記部分ベクトル空間 U から、より振動の少ない

逆量子化映像信号ベクトルを計算する。なお、以下で記述する u^k の上付き文字 (superscript) の k は、ある時点での前記逐次繰り返しの回数に対応し、 u^k は前記逐次繰り返しが k 回適用された時点での逆量子化映像信号ベクトルを示す。また、 u^0 は初期逆量子化映像信号ベクトルである。

[0093] 前記第1の射影は、入力される逆量子化映像信号ベクトル u^k を、より振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} に更新する処理である。具体的には、以下の式 (20) で定義される全変分ノルムである目的関数 $J(s)$ と、以下の式 (23) で定義される制約関数 $G(s, u^k, \lambda)$ との和である式 (24) の汎関数 $F(s, u^k, \lambda)$ を最小にする映像信号ベクトル s を計算し、その解である s を u^{k+1} とする。

$$J(s) = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |(\nabla s)_{i,j}| = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \sqrt{((\nabla s)_{i,j}^v)^2 + ((\nabla s)_{i,j}^h)^2} \quad (20)$$

$$(\nabla s)_{i,j}^v = \begin{cases} s_{i+1,j} - s_{i,j} & \cdots & \text{if } i < m-1 \\ 0 & \cdots & \text{if } i = m-1 \end{cases} \quad (21)$$

$$(\nabla s)_{i,j}^h = \begin{cases} s_{i,j+1} - s_{i,j} & \cdots & \text{if } j < n-1 \\ 0 & \cdots & \text{if } j = n-1 \end{cases} \quad (22)$$

$$G(s, u^k, \lambda) = \frac{\|s - u^k\|}{2\lambda} \quad (23)$$

$$F(s, u^k, \lambda) = J(s) + G(s, u^k, \lambda) \quad (24)$$

定式的には、第1の射影の結果 (u^{k+1}) は、以下の式 (25) を計算することで得られる。つまり制約関数 $G(s, u^k, \lambda)$ の下で、目的関数 $J(s)$ を最小化することになり、全変分ノルムが小さい s が得られる。すなわち、振動の少ない s が得られる。

$$u^{k+1} = \arg \min_{s \in \mathbf{R}^{m \times n}} \{F(s, u^k, \lambda)\} = \arg \min_{s \in \mathbf{R}^{m \times n}} \{J(s) + G(s, u^k, \lambda)\} \quad (25)$$

なお、式(25)を計算する方法としては、非特許文献6などの劣勾配法(Sub-gradient methods)や非特許文献7などの射影法(Projection methods)を利用すればよい。また、上述した λ は、量子化幅 Q_s に依存する正の実数とすればよい。

[0094] 前記第2の射影は、逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} を周波数領域に射影する。具体的には、変換器E3003と同じように、 u^{k+1} を周波数領域に周波数変換して逆量子化変換係数値ベクトル U^{k+1} を計算する。

[0095] 前記第3の射影は、入力される逆量子化変換係数値ベクトル U^{k+1} を、前記部分ベクトル空間 U の中に制限する処理である。具体的には、すべての要素 U_{ij} に対して以下の式を適用する。

$$U_{ij} = \max(Q_{ij}^-, \min(Q_{ij}^+, U_{ij})) \quad (26)$$

前記第4の射影は、逆量子化変換係数値ベクトル U^{k+1} を空間領域に射影する。具体的には、逆変換器E3005と同じように、 U^{k+1} を逆周波数変換して逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} を計算する。

[0096] 最後に、ベクトル計算器E3006は、 K 回だけ、上述した第1から第4の射影を順次繰り返すことによって得られた u^k を前記最終逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{x}$$

として出力する。

[0097] 以上で、本実施形態における発明の映像逆量子化技術の構成と動作の説明を終了する。

[0098] 続いて、図9のフローチャートを参照して、発明の処理の流れを説明する。ただし、発明に関する映像逆量子化器E3000の内部のフローだけを説明する。

[0099] まず、処理の開始に際して、カウンタをリセットする($k=0$)。

[0100] ステップS3001では、上述した要素計算器E3004と逆変換器E3005によって、初期逆量子化映像信号ベクトル u を計算する。続いて、ステップS3002に進む

- 。
- [0101] ステップS3002では、上述したベクトル計算器E3006によって、部分ベクトル空間 U を計算する。続いて、ステップS3003に進む。
- [0102] ステップS3003では、上述したベクトル計算器E3006によって、現在の逆量子化映像信号ベクトル u^k を上述した第1の射影によって、より振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} に更新する。続いて、ステップS3004に進む。
- 。
- [0103] ステップS3004では、上述したベクトル計算器E3006によって、ステップS3003で得られた逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} を上述した第2の射影によって、周波数領域に変換する。続いて、ステップS3005に進む。
- [0104] ステップS3005では、上述したベクトル計算器E3006によって、ステップS3004で得られた逆量子化変換係数値ベクトル U^{k+1} を上述した第3の射影によって、前記部分ベクトル空間 U の中に制限する。続いて、ステップS3006に進む。
- 。
- [0105] ステップS3006では、上述したベクトル計算器E3006によって、ステップS3005で得られた逆量子化変換係数値ベクトル U^{k+1} を上述した第4の射影によって、空間領域に射影する。続いて、ステップS3007に進む。
- [0106] ステップS3007では、カウンタ k が所定の値 K と等しいかを判断する。等しい場合、処理を終了する。そうでなければカウンタ k を1だけインクリメントして、ステップS3003にもどる。なお、ステップS3003にもどる際には、上述した第1の射影の変数 λ をより小さな正の値に変更することが望ましい。
- [0107] 処理の終了後、 u^k を最終逆量子化映像信号ベクトル
- $$\hat{x}$$
- として出力する。
- [0108] 以上で、本実施形態における発明のフローチャートの説明を終了する。
- [0109] 以上で、本実施形態の説明を終了する。

<第3の実施の形態>

本実施形態では、映像逆量子化器の入力である量子化値が、映像信号ベクトルが予測された予測誤差値の量子化値である場合の本発明の映像逆量子化器について説明する。

[0110] 図10を参照して、本実施形態における発明の映像逆量子化技術の構成について説明する。ただし、図10の減算器E4001と量子化器E4002は、映像を逆量子化する映像逆量子化器E4000との入出力関係を示す目的で記載していること、すなわち、発明の映像逆量子化技術は映像逆量子化器E4000のみによって構成できることに注意されたい。

[0111] 減算器E4001は、映像信号ベクトル x の各要素 $x_{i,j}$ から、予測信号ベクトル p の各要素 $p_{i,j}$ を減じて、予測誤差値

$d_{i,j}$ ($0 \leq i \leq m-1, 0 \leq j \leq n-1$)を計算する。

$$d_{i,j} = x_{i,j} - p_{i,j} \quad (27)$$

以降では、前記予測誤差値 $d_{i,j}$ の集合を予測誤差値ベクトル d とする。

[0112] なお、映像逆量子化器E3000を映像フレームよりも細かい単位(例えば、1要素単位)で動作させるとすれば、前記予測信号ベクトル p として、現在の処理対象の要素に隣接する処理済みの要素

(u あるいは $\hat{x}$)

から生成した予測信号などを利用できる。

[0113] 量子化器E4002(図1の関連技術のものと同じ動作である)は、映像信号ベクトル d の各要素 $d_{i,j}$ を量子化して、量子化値 $q_{i,j}$ を計算する。E4002の量子化器が量子化幅を Q_s とする線形量子化器であるとする、

$$q_{i,j} = \text{sign}(d_{i,j}) \cdot \text{floor}(|d_{i,j}| / Q_s + 0.5) \quad (28)$$

となる。ただし、関数 $\text{sign}()$ は、実数値の入力値の符号($\pm$)を返す関数であり、また、関数 $\text{floor}()$ は、実数値の入力値の中で最大の整数を返す関数である。以降では、前記量子化値 $q_{i,j}$ の集合を量子化値ベクトル

q とする。

[0114] 映像逆量子化器E4000の入力は、前記量子化値ベクトルq、映像信号ベクトルxとの間に相関のある他の映像信号ベクトルy（以後、補助情報y）、および前記予測信号ベクトルpである。映像逆量子化器E4000は、要素計算器E4003とベクトル計算器E4004とで構成される、それぞれを以下で説明する。

[0115] 要素計算器E4003は、前記量子化値ベクトルq、前記補助情報y、および前記予測信号ベクトルpとを用いて、初期逆量子化映像信号ベクトルuの各要素値 $u_{i,j}$ を計算する。

[0116] 具体的には、要素計算器E4003は、前記量子化値 $q_{i,j}$ に対応する半開区間を

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+) \text{ (ただし、 } Q_{i,j}^- = Qs \cdot q_{i,j} - Qs/2, Q_{i,j}^+ = Qs \cdot q_{i,j} + Qs/2),$$

前記の相関に対応する条件付確率密度関数を $f_{x|y}(x|y)$ とすると、要素計算器E4003は、各要素値 $u_{i,j}$ を以下の式(29)によって計算する。

$$\begin{aligned} u_{i,j} &= p_{i,j} + E_{x|y}[x | x \in [Q_{i,j}^- - p_{i,j}, Q_{i,j}^+ - p_{i,j}], y_{i,j} - p_{i,j}] \\ &= p_{i,j} + \int_{Q_{i,j}^- - p_{i,j}}^{Q_{i,j}^+ - p_{i,j}} x \cdot f_{x|y}(x | y_{i,j} - p_{i,j}) dx \end{aligned} \quad (29)$$

ただし、要素計算器E4003は、式(29)の代わりに、以下の式(29)'を利用して各逆量子化値 $u_{i,j}$ を計算してもよい。

$$u_{i,j} = \begin{cases} p_{i,j} + Q_{i,j}^-, & y_{i,j} < p_{i,j} + Q_{i,j}^- \\ y_{i,j}, & p_{i,j} + Q_{i,j}^- \leq y_{i,j} < p_{i,j} + Q_{i,j}^+ \\ p_{i,j} + Q_{i,j}^+, & p_{i,j} + Q_{i,j}^+ \leq y_{i,j} \end{cases} \quad (29)'$$

ところで、前記補助情報yが逆量子化対象の映像信号ベクトルxに時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルである時、時間方向の連続性が改善されるように逆量子化映像信号ベクトルを計算するべきである。その計算のために、要素計算器E4003は、前記補助情報の各要素 $y_{i,j}$ と式(29)にて得られた要素 $u_{i,j}$ の絶対差分値が所定の閾値より小さい場合、あるいは、前記

補助情報の要素 $y_{i,j}$ から予測誤差値ベクトルの要素 $p_{i,j}$ を減じた値が対応する量子化値 $q_{i,j}$ に対応する半開区間

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

に含まれる場合では、式(29) または式(29)' によって計算された $u_{i,j}$ を以下の式(30) または式(30)' で更新してもよい。

$$u_{i,j} = 0.5 \times u_{i,j} + 0.5 \times y_{i,j} \quad (30)$$

$$u_{i,j} = p_{i,j} + 0.5 \times Qs \times q_{i,j} + 0.5 \times (y_{i,j} - p_{i,j}) \quad (30)'$$

なお、式(30)あるいは式(30)' によって $u_{i,j}$ を更新する時には、前記補助情報 y は、前記時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルの各要素が動き補償予測によって映像信号ベクトル x の各要素と位置合わせされた映像信号ベクトルであればなお良い。つまり、前記補助情報 y は、時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルの各要素が動き補償予測によって映像信号ベクトル x の各要素と位置合わせされた映像信号ベクトルであってもよい。

[0117] ベクトル計算器E4004は、前記量子化値ベクトル q 、前記補助情報 y 、および前記予測信号ベクトル p に基づいて、入力される初期逆量子化映像信号ベクトル u をより振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル更新して、最終逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{x}$$

として出力する。

[0118] 先ず、ベクトル計算器E4004は、前記量子化値 $q_{i,j}$ 、前記補助情報の要素 $y_{i,j}$ 、前記信号ベクトルの要素 $p_{i,j}$ 、前記条件付確率密度関数 $f_{x|y}$ から、各予測誤差 $d_{i,j}$ の値域

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

を以下の式(31)と式(32)によって計算する。

$$Q_{i,j}^- = \begin{cases} Q_{i,j}^- & \cdots \text{ if } \max_x < p_{i,j} + Q_{i,j}^- \text{ or } \min_x > p_{i,j} + Q_{i,j}^+ \\ \max(Q_{i,j}^-, \min_x - p_{i,j}) & \cdots \text{ othewise} \end{cases} \quad (31)$$

$$Q_{i,j}^+ = \begin{cases} Q_{i,j}^+ & \cdots \text{ if } \max_x < p_{i,j} + Q_{i,j}^- \text{ or } \min_x > p_{i,j} + Q_{i,j}^+ \\ \min(Q_{i,j}^+, \max_x - p_{i,j}) & \cdots \text{ othewise} \end{cases} \quad (32)$$

ただし、 $\min_x$ は、前記条件付確率密度関数 $f_{x|Y}$ が定義域において0と交わる x の最小値、 $\max_x$ は、前記条件付確率密度関数 $f_{x|Y}$ が定義域において0と交わる x の最大値である。なお、 $\min_x$ と $\max_x$ とは、前記条件付確率密度関数 $f_{x|Y}$ の標準偏差から計算してもよい。

[0119] 以後、式(31)と式(32)によって得られた予測誤差 $d_{i,j}$ の値域

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

と対応する予測値 $p_{i,j}$ とで定義される部分ベクトル空間を

$$U(\text{ただし、}\mathbf{u} \in \mathbf{R}^{m \times n}, \forall i = 0, \dots, m-1, \forall j = 0, \dots, n-1, u_{i,j} \in [p_{i,j} + Q_{i,j}^-, p_{i,j} + Q_{i,j}^+])$$

とする。前記の定義から明らかなように、部分ベクトル空間 U は、オリジナルの映像信号ベクトル x の値域である。

[0120] 続いて、ベクトル計算器E4004は、所定の回数 K だけ、初期逆量子化映像信号ベクトル u （以後、 u^0 と記述する）を始点として、以下で記述する第1の射影と第2の射影を交互に繰り返し、前記部分ベクトル空間 U から、より振動の少ない逆量子化映像信号ベクトルを計算する。なお、以下で記述する u^k の上付き文字(superscript)の k は、ある時点での前記逐次繰り返しの回数に対応し、 u^k は前記逐次繰り返しが k 回適用された時点での逆量子化映像信号ベクトルを示す。また、 u^0 は初期逆量子化映像信号ベクトルである。

[0121] 前記第1の射影は、入力される逆量子化映像信号ベクトル u^k を、より振動

の少ない逆量子化映像信号ベクトル $\mathbf{u}^{k+1}$ に更新する処理である。具体的には、以下の式(33)の全変分ノルム $J(\mathbf{s})$ と、以下の式(36)の制約項 $G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)$ との和である式(37)の汎関数 $F(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)$ を最小にする映像信号ベクトル $\mathbf{s}$ を計算し、その解である $\mathbf{s}$ を $\mathbf{u}^{k+1}$ とする。

$$J(\mathbf{s}) = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |(\nabla \mathbf{s})_{i,j}| = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \sqrt{((\nabla \mathbf{s})_{i,j}^v)^2 + ((\nabla \mathbf{s})_{i,j}^h)^2} \quad (33)$$

$$(\nabla \mathbf{s})_{i,j}^v = \begin{cases} s_{i+1,j} - s_{i,j} & \cdots \text{ if } i < m-1 \\ 0 & \cdots \text{ if } i = m-1 \end{cases} \quad (34)$$

$$(\nabla \mathbf{s})_{i,j}^h = \begin{cases} s_{i,j+1} - s_{i,j} & \cdots \text{ if } j < n-1 \\ 0 & \cdots \text{ if } j = n-1 \end{cases} \quad (35)$$

$$G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda) = \frac{\|\mathbf{s} - \mathbf{u}^k\|}{2\lambda} \quad (36)$$

$$F(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda) = J(\mathbf{s}) + G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda) \quad (37)$$

定式的には、第1の射影の結果 ($\mathbf{u}^{k+1}$) は、以下の式(38)を計算することで得られる。(つまり制約関数 $G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)$ の下で、目的関数 $J(\mathbf{s})$ を最小化することになり、全変分ノルムが小さい $\mathbf{s}$ が得られる。すなわち、振動の少ない $\mathbf{s}$ が得られる。)

$$\mathbf{u}^{k+1} = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^{mn}} \{F(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)\} = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^{mn}} \{J(\mathbf{s}) + G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)\} \quad (38)$$

なお、式(38)を計算する方法としては、非特許文献6などの劣勾配法 (Sub-gradient methods) や非特許文献7などの射影法 (Projection methods) を利用すればよい。また、上述した λ は、量子化幅 Q_s に依存する正の実数とすればよい。

[0122] 前記第2の射影は、入力される逆量子化映像信号ベクトル $\mathbf{u}^{k+1}$ を、前記部分ベクトル空間 U の中に制限する処理である。

[0123] 具体的には、以下の式(14)を逆量子化映像信号ベクトル $\mathbf{u}^{k+1}$ のすべての要素 $u_{i,j}$ に対して適用する。

$$u_{ij} = \max(p_{ij} + Q_{ij}^-, \min(p_{ij} + Q_{ij}^+, u_{ij})) \quad (39)$$

最後に、ベクトル計算器E4004は、K回だけ、上述した第1の射影と第2の射影を交互に繰り返すことによって得られた u^k を前記最終逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{x}$$

として出力する。

- [0124] 以上で、本実施形態における発明の映像逆量子化技術の構成と動作の説明を終了する。
- [0125] 続いて、図11のフローチャートを参照して、発明の処理の流れを説明する。ただし、発明に関する映像逆量子化器E4000の内部のフローだけを説明する。
- [0126] まず、処理の開始に際して、カウンタをリセットする($k=0$)。
- [0127] ステップS4001では、上述した要素計算器E4003によって、初期逆量子化映像信号ベクトル u を計算する。続いて、ステップS4002に進む。
- [0128] ステップS4002では、上述したベクトル計算器E4004によって、部分ベクトル空間 U を計算する。続いて、ステップS4003に進む。
- [0129] ステップS4003では、上述したベクトル計算器E4004によって、現在の逆量子化映像信号ベクトル u^k を上述した第1の射影によって、より振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} に更新する。続いて、ステップS4004に進む。
- [0130] ステップS4004では、上述したベクトル計算器E4004によって、ステップS4003で得られた u^{k+1} を上述した第2の射影によって、部分ベクトル空間 U の中に制限する。続いて、ステップS4005に進む。
- [0131] ステップS4005では、カウンタ k が所定の値 K と等しいかを判断する。等しい場合、処理を終了する。そうでなければカウンタ k を1だけインクリメントして、ステップS4003にもどる。なお、ステップS4003にもどる際には、上述した第1の射影の変数 λ をより小さな正の値に変更することが望ましい。

[0132] 処理の終了後、 u^k を最終逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{x}$$

として出力する。

[0133] 以上で、本実施形態における発明のフローチャートの説明を終了する。

[0134] 以上で、本実施形態の説明を終了する。

<第4の実施の形態>

本実施形態では、映像逆量子化器の入力である量子化値が、映像信号ベクトルが予測された予測誤差を周波数変換した変換係数の量子化値である場合の本発明の映像逆量子化器について説明する。

[0135] 図12を参照して、本実施形態における発明の映像逆量子化技術の構成について説明する。ただし、図12の変換器E5002と量子化器E5002は、映像を逆量子化する映像逆量子化器E5000との入出力関係を示す目的で記載していること、すなわち、発明の映像逆量子化技術は映像逆量子化器E5000のみによって構成できることに注意されたい。

[0136] 減算器E5001は、映像信号ベクトル x の各要素 $x_{i,j}$ から、予測信号ベクトル p の各要素 $p_{i,j}$ を減じて、予測誤差値

$d_{i,j}$ ($0 \leq i \leq m-1, 0 \leq j \leq n-1$)を計算する。

$$d_{i,j} = x_{i,j} - p_{i,j} \quad (40)$$

以降では、前記予測誤差値 $d_{i,j}$ の集合を予測誤差値ベクトル d とする。

[0137] なお、映像逆量子化器E5000を後述する周波数変換の単位(例えば、8x8ブロック単位)で動作させる場合、前記予測信号ベクトル p として、現在の処理対象の8 x 8ブロックに隣接する処理済みの要素

(u あるいは $\hat{x}$)

から生成した予測信号などを利用できる。

[0138] 変換器E5002は、前記予測誤差値ベクトル d を周波数変換し、変換係数値

$$D_{i,j} (0 \leq i \leq m-1, 0 \leq j \leq n-1)$$

を計算する。前記周波数変換としては、 8×8 ブロック単位のDCT (Discrete Cosine Transform) などが利用できる。以降では、前記 $D_{i,j}$ の集合を変換係数値ベクトル D とする。

- [0139] 量子化器E5003 (図1の関連技術のものと同じ動作である) は、変換器E5002で得られた各変換係数値 $D_{i,j}$ を量子化して、量子化値 $q_{i,j}$ を計算する。E5002の量子化器が量子化幅を Qs とする線形量子化器であるとする、

$$q_{i,j} = \text{sign}(D_{i,j}) \cdot \text{floor}(|D_{i,j}| / Qs + 0.5) \quad (41)$$

となる。ただし、関数 $\text{sign}()$ は、実数値の入力値の符号(±)を返す関数であり、また、関数 $\text{floor}()$ は、実数値の入力値の中で最大の整数を返す関数である。以降では、前記量子化値 $q_{i,j}$ の集合を量子化値ベクトル q とする。

- [0140] 映像逆量子化器E5000は、変換器E5004、要素計算器E5005、逆変換器E5006、加算器E5007、ベクトル計算器E5008で構成される。
- [0141] 映像逆量子化器E5000の入力は、前記量子化値ベクトル q 、周波数領域において映像信号ベクトル x との間に相関のある他の映像信号ベクトル y 、および前記予測信号ベクトル p である。
- [0142] 変換器E5004は、変換器E5002と同様に、前記他の映像信号ベクトル y と前記予測信号ベクトルそれぞれを周波数変換して、変換係数値ベクトル Y (以後、補助情報 Y) と予測変換係数値ベクトル P を計算する。
- [0143] 要素計算器E5005は、前記量子化値ベクトル q 、前記補助情報 Y 、および前記予測変換係数値ベクトル P を入力として、逆量子化変換係数値ベクトル

$$\hat{D}$$

を計算する。

- [0144] 具体的には、前記量子化値 $q_{i,j}$ に対応する半開区間を

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+) \text{ (ただし、} Q_{i,j}^- = Qs \cdot q_{i,j} - Qs/2, Q_{i,j}^+ = Qs \cdot q_{i,j} + Qs/2 \text{)、}$$

前記の相関に対応する条件付確率密度関数を $f_{X|Y}(X|Y)$ とすると、要素計算器E5005は、前記逆量子化変換係数値ベクトルの要素である各逆量子化変換係数

$$\hat{D}_{i,j}$$

を以下の式(42)によって計算する。

$$\hat{D}_{i,j} = E_{X|Y}[X | X \in [Q_{i,j}^- - P_{i,j}, Q_{i,j}^+ - P_{i,j}], Y_{i,j} - P_{i,j}] = \int_{Q_{i,j}^- - P_{i,j}}^{Q_{i,j}^+ - P_{i,j}} X \cdot f_{X|Y}(X | Y_{i,j} - P_{i,j}) dX \quad (42)$$

ただし、要素計算器E5005は、式(42)の代わりに、以下の式(42)'を利用して各逆量子化変換係数

$$\hat{D}_{i,j}$$

を計算してもよい。

$$\hat{D}_{i,j} = \begin{cases} Q_{i,j}^-, & Y_{i,j} < P_{i,j} + Q_{i,j}^- \\ Y_{i,j} - P_{i,j}, & P_{i,j} + Q_{i,j}^- \leq Y_{i,j} < P_{i,j} + Q_{i,j}^+ \\ Q_{i,j}^+, & P_{i,j} + Q_{i,j}^+ \leq Y_{i,j} \end{cases} \quad (42)'$$

ところで、前記他の映像信号ベクトル y が逆量子化対象の映像信号ベクトル x に時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルである時には、時間方向の連続性が改善されるように逆量子化映像信号ベクトルを計算すべきである。その計算のために、要素計算器E5005は、前記補助情報 Y から前記予測変換係数値ベクトル P を減じた値と式(42)にて得られた逆量子化変換係数

$$\hat{D}_{i,j}$$

との絶対差分値が所定の閾値より小さい場合、あるいは、前記補助情報 Y から前記予測変換係数値ベクトル P を減じた値が対応する前記の半開区間

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

に含まれる場合、式(42) または式(42)' によって計算された逆量子化変換係数

$$\hat{D}_{i,j}$$

を以下の式(43) または式(43)' で更新してもよい。

$$\hat{D}_{i,j} = 0.5 \times \hat{D}_{i,j} + 0.5 \times (Y_{i,j} - P_{i,j}) \quad (43)$$

$$\hat{D}_{i,j} = 0.5 \times Q_s \times q_{i,j} + 0.5 \times (Y_{i,j} - P_{i,j}) \quad (43)'$$

なお、式(43)あるいは式(43)' によって

$$\hat{D}_{i,j}$$

を更新する時、前記映像信号ベクトル y は、前記時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルの各要素が動き補償予測によって映像信号ベクトル x の各要素と位置合わせされた映像信号ベクトルであればなお良い。つまり、前記他の映像信号ベクトル y は、時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルの各要素が動き補償予測によって映像信号ベクトル x の各要素と位置合わせされた映像信号ベクトルであってもよい。

[0145] 続いて、逆変換器E5006は、前記要素計算器E5005で得られた逆量子化変換係数値ベクトル

$$\hat{\mathbf{D}}$$

を逆周波数変換して、逆量子化予測誤差値ベクトル

$$\hat{\mathbf{d}}$$

を計算する。

[0146] さらに、加算器E5007は、前記逆量子化予測誤差値ベクトル

$$\hat{\mathbf{d}}$$

に前記予測信号ベクトル p を加算して、初期逆量子化映像信号ベクトル u を計算する。なお、上述した要素計算器E5005が、逆量子化変換係数

$$\hat{D}_{i,j}$$

に前記予測変換係数値ベクトル P を加算したベクトルを加算器E5007に供給する実施形態の場合には、加算器E5007は不要である。

[0147] ベクトル計算器E5008は、前記量子化値ベクトル q 、前記補助情報 Y 、および前記予測変換係数値ベクトル P に基づいて、前記逆変換器E5006で得られた初期逆量子化映像信号ベクトル u をより振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル更新して、最終逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{x}$$

として出力する。

[0148] 先ず、ベクトル計算器E5008は、前記量子化値 $q_{i,j}$ 、前記補助情報の要素 $Y_{i,j}$ 、前記予測変換係数値ベクトルの要素 $P_{i,j}$ 、および前記条件付確率密度関数 $f_{x|Y}$ から、各変換係数値 $D_{i,j}$ の値域である

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

を以下の式(44)と式(45)によって計算する。

$$Q_{i,j}^- = \begin{cases} Q_{i,j}^- & \cdots \text{ if } \max_x < P_{i,j} + Q_{i,j}^- \text{ or } \min_x > P_{i,j} + Q_{i,j}^+ \\ \max(Q_{i,j}^-, \min_x - P_{i,j}) & \cdots \text{ othewise} \end{cases} \quad (44)$$

$$Q_{i,j}^+ = \begin{cases} Q_{i,j}^+ & \cdots \text{ if } \max_x < P_{i,j} + Q_{i,j}^- \text{ or } \min_x > P_{i,j} + Q_{i,j}^+ \\ \min(Q_{i,j}^+, \max_x - P_{i,j}) & \cdots \text{ othewise} \end{cases} \quad (45)$$

ただし、 $\min_x$ は、前記条件付確率密度関数 $f_{x|Y}$ が定義域において0と交わる x の最小値、 $\max_x$ は、前記条件付確率密度関数 $f_{x|Y}$ が定義域において0と交わる x の最大値である。なお、 $\min_x$ と $\max_x$ とは、

前記条件付確率密度関数 $f_{x|y}$ の標準偏差から計算してもよい。

[0149] 以後、式(44)と式(45)によって得られた変換係数値 $x_{i,j}$ の値域

$$[Q_{i,j}^-, Q_{i,j}^+)$$

と前記予測変換係数値ベクトル P の対応する要素 $P_{i,j}$ とで定義される部分ベクトル空間を

$$U \text{ (ただし、} \mathbf{X} \in \mathbf{R}^{m \times n}, \forall i = 0, \dots, m-1, \forall j = 0, \dots, n-1, X_{i,j} \in [P_{i,j} + Q_{i,j}^-, P_{i,j} + Q_{i,j}^+])$$

とする。前記の定義から明らかなように、部分ベクトル空間 U は、オリジナルの映像信号ベクトル x の周波数領域における値域である。

[0150] 続いて、ベクトル計算器 E5008 は、所定の回数 K だけ、初期逆量子化映像信号ベクトル u (以後、 u^0 と記述する) を始点として、以下で記述する第1から第4の射影を順次繰り返し、前記部分ベクトル空間 U から、より振動の少ない逆量子化映像信号ベクトルを計算する。なお、以下で記述する u^k の上付き文字 (superscript) の k は、ある時点での前記逐次繰り返しの回数に対応し、 u^k は前記逐次繰り返しが k 回適用された時点での逆量子化映像信号ベクトルを示す。また、 u^0 は初期逆量子化映像信号ベクトルである。

[0151] 前記第1の射影は、入力される逆量子化映像信号ベクトル u^k を、より振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} に更新する処理である。具体的には、以下の式(46)で定義される全変分ノルムである目的関数 $J(s)$ と、以下の式(49)で定義される制約関数 $G(s, u^k, \lambda)$ との和である式(50)の汎関数 $F(s, u^k, \lambda)$ を最小にする映像信号ベクトル s を計算し、その解である s を u^{k+1} とする。

$$J(s) = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} |(\nabla s)_{i,j}| = \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{n-1} \sqrt{((\nabla s)_{i,j}^v)^2 + ((\nabla s)_{i,j}^h)^2} \quad (46)$$

$$(\nabla s)_{i,j}^v = \begin{cases} s_{i+1,j} - s_{i,j} & \dots \text{ if } i < m-1 \\ 0 & \dots \text{ if } i = m-1 \end{cases} \quad (47)$$

$$(\nabla \mathbf{s})_{i,j}^h = \begin{cases} s_{i,j+1} - s_{i,j} & \cdots \text{ if } j < n-1 \\ 0 & \cdots \text{ if } j = n-1 \end{cases} \quad (48)$$

$$G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda) = \frac{\|\mathbf{s} - \mathbf{u}^k\|}{2\lambda} \quad (49)$$

$$F(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda) = J(\mathbf{s}) + G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda) \quad (50)$$

定式的には、第1の射影の結果($\mathbf{u}^{k+1}$)は、以下の式を計算することで得られる。(つまり制約関数 $G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)$ の下で、目的関数 $J(\mathbf{s})$ を最小化することになり、全変分ノルムが小さい $\mathbf{s}$ が得られる。すなわち、振動の少ない $\mathbf{s}$ が得られる。)

$$\mathbf{u}^{k+1} = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^{mn}} \{F(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)\} = \arg \min_{\mathbf{s} \in \mathbf{R}^{mn}} \{J(\mathbf{s}) + G(\mathbf{s}, \mathbf{u}^k, \lambda)\} \quad (51)$$

なお、式(51)を計算する方法としては、非特許文献6などの劣勾配法(Sub-gradient methods)や非特許文献7などの射影法(Projection methods)を利用すればよい。また、上述した λ は、量子化幅 Q_s に依存する正の実数とすればよい。

[0152] 前記第2の射影は、逆量子化映像信号ベクトル $\mathbf{u}^{k+1}$ を周波数領域に射影する。具体的には、変換器E5004と同じように、 $\mathbf{u}^{k+1}$ を周波数領域に周波数変換して逆量子化変換係数値ベクトル $\mathbf{U}^{k+1}$ を計算する。

[0153] 前記第3の射影は、入力される逆量子化変換係数値ベクトル $\mathbf{U}^{k+1}$ を、前記部分ベクトル空間 $\mathbf{U}$ の中に制限する処理である。具体的には、すべての要素 $U_{i,j}$ に対して以下の式を適用する。

$$U_{i,j} = \max(P_{i,j} + Q_{i,j}^-, \min(P_{i,j} + Q_{i,j}^+, U_{i,j})) \quad (52)$$

前記第4の射影は、逆量子化変換係数値ベクトル $\mathbf{U}^{k+1}$ を空間領域に射影する。具体的には、逆変換器E5006と同じように、 $\mathbf{U}^{k+1}$ を逆周波数変換して逆量子化映像信号ベクトル $\mathbf{u}^{k+1}$ を計算する。

[0154] 最後に、ベクトル計算器E5008は、 K 回だけ、上述した第1から第4の射影を順次繰り返すことによって得られた $\mathbf{u}^k$ を前記最終逆量子化映像信号ベクトル

$\hat{x}$

として出力する。

[0155] 以上で、本実施形態における発明の映像逆量子化技術の構成と動作の説明を終了する。

[0156] 続いて、図13のフローチャートを参照して、発明の処理の流れを説明する。ただし、発明に関する映像逆量子化器E5000の内部のフローだけを説明する。

[0157] まず、処理の開始に際して、カウンタをリセットする($k=0$)。

[0158] ステップS5001では、上述した変換機E5004、要素計算器E5005、逆変換器E5006、および加算器E5007によって、初期逆量子化映像信号ベクトル u を計算する。続いて、ステップS5002に進む。

[0159] ステップS5002では、上述したベクトル計算器E5008によって、部分ベクトル空間 U を計算する。続いて、ステップS5003に進む。

[0160] ステップS5003では、上述したベクトル計算器E5008によって、現在の逆量子化映像信号ベクトル u^k を上述した第1の射影によって、より振動の少ない逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} に更新する。続いて、ステップS5004に進む。

[0161] ステップS5004では、上述したベクトル計算器E5008によって、ステップS5003で得られた逆量子化映像信号ベクトル u^{k+1} を上述した第2の射影によって、周波数領域に変換する。続いて、ステップS5005に進む。

[0162] ステップS5005では、上述したベクトル計算器E5008によって、ステップS5004で得られた逆量子化変換係数値ベクトル U^{k+1} を上述した第3の射影によって、前記部分ベクトル空間 U の中に制限する。続いて、ステップS5006に進む。

[0163] ステップS5006では、上述したベクトル計算器E5008によって、ステップS5005で得られた逆量子化変換係数値ベクトル U^{k+1} を上述した第4の射影によって、空間領域に射影する。続いて、ステップS5007に進む。

[0164] ステップS5007では、カウンタ k が所定の値 K と等しいかを判断する。等しい場合、処理を終了する。そうでなければカウンタ k を1だけインクリメントして、ステップS5003にもどる。なお、ステップS5003にもどる際には、上述した第1の射影の変数 λ をより小さな正の値に変更することが望ましい。

[0165] 処理の終了後、 u^k を最終逆量子化映像信号ベクトル

$$\hat{x}$$

として出力する。

[0166] 以上で、本実施形態における発明のフローチャートの説明を終了する。

[0167] 以上で、本実施形態の説明を終了する。

<第5の実施の形態>

上述した実施形態1から4においては、それぞれのベクトル計算器において、補助情報を用いて部分ベクトル空間 U をより正確に計算したが、補助情報を利用しないで計算する形態も考えられる。それぞれの実施形態に対応する図面を以下の図14、図15、図16、図17に示す。この形態においては、部分ベクトル空間 U が正確ではないため、前記最終逆量子化映像ベクトルが、それぞれの要素計算器で得られた初期逆量子化映像ベクトルからなるべく変動しないことが望ましい。そのためには、それぞれのベクトル計算器における、前記第1の射影における汎関数 $F(s, u^k, \lambda)$ の λ の初期値を、上述した実施形態1から4のものよりもより小さく設定する。

[0168] また、上述した実施形態1から4においては、それぞれの要素計算器において補助情報を用いることで、初期逆量子化映像を計算したが、要素計算器において補助情報を利用しないで(単純に逆量子化を用いることで)、初期逆量子化映像を計算することが考えられる。それぞれの実施形態に対応する図面を以下の図18、図19、図20、図21に示す。この形態においては、初期逆量子化映像が正確ではないため、それぞれの要素計算器で得られた初期逆量子化映像ベクトルをより変動させることが望ましい。そのためには、それぞれのベクトル計算器における、前記第1の射影における汎関数 $F(s, u^k, \lambda$

）の λ の初期値を、上述した実施形態1から4のものよりもより大きく設定するか、あるいは、前記逐次繰り返しの回数 K を増加させる。

[0169] また、上述した実施形態においては、前記第1の射影において全変分最小化法を利用する形態を説明したが、全変分最小化法の代わりにバイラテラルフィルタを利用してよい。映像信号のある要素 $I_{i,j}$ に対するバイラテラルフィルタの結果

$$\hat{I}_{i,j}$$

は以下の式で定義される。

$$\hat{I}_{i,j} = \frac{1}{W} \sum_{m=-w+i}^{m=i+w} \sum_{n=-w+j}^{n=j+w} G(\sigma_s, |I_{m,n} - I_{i,j}|) \cdot G(\sigma_r, \sqrt{(m-i)^2 + (n-j)^2}) \cdot I_{m,n} \quad (52)$$

$$G(\sigma, x) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2}{2\sigma^2}\right) \quad (53)$$

$$W = \sum_{m=-w+i}^{m=i+w} \sum_{n=-w+j}^{n=j+w} G(\sigma_s, |I_{m,n} - I_{i,j}|) \cdot G(\sigma_r, \sqrt{(m-i)^2 + (n-j)^2}) \quad (54)$$

ただし、 σ_s と σ_r とは式(52)の2次元ガウスカーネルの形状を決定するバイラテラルフィルタのパラメータであり、 w はバイラテラルフィルタの窓サイズを決定するパラメータである。特に σ_r は、推定される量子化ノイズに応じて設定すればよく、また、前記逐次繰り返しの際にその値を徐々に小さくすることが望ましい。

[0170] また、上述した映像逆量子化方法は、量子化値を符号化する映像符号化器において、その映像信号のローカル復号の復号手段として利用することもできる。一例として、実施形態4の映像逆量子化器を利用した映像符号化器の構成図を図22に示す。

[0171] また、上述した映像逆量子化方法は、量子化値を復号する映像復号方法において、その映像信号の復号手段として利用することもできる。一例として、第4の実施の形態の映像逆量子化器を利用した映像復号器の構成図を図23に示す。

- [0172] さらに上述した発明の実施形態においては、上述した説明からも明らかのように、ハードウェアで構成することも可能であるが、コンピュータプログラムにより実現することも可能である。
- [0173] 図24に示す情報処理システムは、プロセッサA1001、プログラムメモリA1002、記憶媒体A1003およびA1004からなる。記憶媒体A1003およびA1004は、別個の記憶媒体であってもよいし、同一の記憶媒体からなる記憶領域であってもよい。記憶媒体としては、ハードディスク等の磁気記憶媒体を用いることができる。
- [0174] 発明は、関連技術によって要素毎に逆量子化された逆量子化映像信号ベクトル(初期逆量子化映像信号ベクトル)を、その映像信号ベクトルの振動がより小さくなるような逆量子化映像信号ベクトル(最終逆量子化映像信号ベクトル)に更新する。特に、発明においては、入力される量子化値、補助情報、および前記条件付確率密度関数を用いてオリジナルの映像信号ベクトルの存在する部分ベクトル空間を正確に限定し、その部分ベクトル空間の中で前記最終逆量子化映像信号ベクトルを計算する。
- [0175] 発明によって、前記最終逆量子化映像信号ベクトルのぼけを抑制しつつ、「復号映像信号ベクトルの平均二乗誤差が低減される代わりに局所的に二乗誤差が大きくなり、それが局所劣化として目立つ」という関連技術の原理的な課題を克服した高品質な映像逆量子化方法を提供できる。参考までに、発明の効果の具体例を以下に示す。
- [0176] 図25は、JPEG圧縮された映像を、単純な逆量子化(通常のJPEG伸張)、非特許文献6の技術、上述した関連技術、上述した実施形態2の発明技術によって逆量子化した結果である。図25の横軸は、通常のJPEG伸張のPSNR(Peak Signal-Noise Ratio)であり、縦軸は、通常のJPEG伸張と前記それぞれの技術で逆量子化したときのPSNRである。発明技術は、関連技術の局所劣化に加えて、近似演算による映像劣化も抑制するため、関連技術よりもPSNRが高くなることが確認できる。また、発明技術は、オリジナルの映像信号ベクトルの存在する部分ベクトル空間を正確に限定しているため、非特許文献6よりも

PSNRが高くなって確認できる。

[0177] また、発明は、補助情報が逆量子化対象の映像信号ベクトルに時間方向で隣接するフレームの映像信号ベクトルである場合、前記最終逆量子化映像信号ベクトルの対応する要素が前記補助情報の要素と近い値をとるように、前記最終逆量子化映像信号ベクトルを計算することによって、より高品質な映像逆量子化方法を提供できる。

[0178] また、発明は、量子化値を符号化する映像符号化方法において、符号化済みの映像信号に対するローカル復号手段として利用することで、より高品質な映像符号化方法を提供できる。

[0179] また、発明は、量子化値を復号する映像復号方法において、量子化値の復号手段として利用することで、より高品質な映像復号方法を提供できる。

[0180] 以上好ましい実施の形態、及び態様をあげて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施の形態及び態様に限定されるものではなく、その技術的思想の範囲内において様々に変形し実施することが出来る。

[0181] 本出願は、2008年12月26日に出願された日本出願特願2008-332009号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

[0182] 以下に、付記を記載する。

[0183] (付記1) 複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法であって、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、

逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める

ことを特徴とする逆量子化方法。

[0184] (付記2) 前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて量子化値毎に逆

量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする付記 1 に記載の逆量子化方法。

[0185] (付記 3) 前記複数の量子化値を用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする付記 1 に記載の逆量子化方法。

[0186] (付記 4) 複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法であって、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、

前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする逆量子化方法。

[0187] (付記 5) ある前記量子化値以外の信号が対応する量子化値の逆量子化値の取り得る値の範囲に含まれる場合、該前記量子化値以外の信号との差分が小さい仮逆量子化値を前記複数の逆量子化値の組に含めることを特徴とする付記 1 から付記 4 のいずれかに記載の逆量子化方法。

[0188] (付記 6) 複数の量子化値を符号化する符号化方法であって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、

前記逆量子化方法は、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、

逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする符号化方法。

[0189] (付記 7) 複数の量子化値を符号化する符号化方法であって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、

前記逆量子化方法は、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、

前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める

ことを特徴とする符号化方法。

[0190] (付記 8) 複数の量子化値を復号する復号方法であって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、

前記逆量子化方法は、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、

逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める

ことを特徴とする復号方法。

[0191] (付記 9) 複数の量子化値を復号する復号方法であって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、

前記逆量子化方法は、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、

前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める

ことを特徴とする復号方法。

[0192] (付記 10) 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法であって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、

前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップとを有することを特徴とする映像逆量子化方法。

[0193] (付記 11) 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法であって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、

前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記量子化値ベクトルによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップと

を有することを特徴とする映像逆量子化方法。

[0194] (付記 1 2) 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法であって、

前記量子化値ベクトルの要素を用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、

前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップと

を有することを特徴とする映像逆量子化方法。

[0195] (付記 1 3) 前記映像ベクトル計算ステップは、前記相関が存在する他の映像ベクトルの要素が、対応する前記仮逆量子化映像ベクトルの集合の要素の値域に含まれる場合、該要素に関して前記相関が存在する他の映像ベクトルの要素との差分がより小さい、仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算することを特徴とする付記 1 0 から付記 1 2 のいずれかに記載の映像逆量子化方法。

[0196] (付記 1 4) 量子化値ベクトルを符号化する映像符号化方法であって、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法を用い、

前記映像逆量子化方法は、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、

前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトル

として計算する映像ベクトル計算ステップと
を有することを特徴とする映像符号化方法。

- [0197] (付記 1 5) 量子化値ベクトルを復号する映像復号方法であって、
現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法を用い、
前記映像逆量子化方法は、
前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、
前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップと
を有することを特徴とする映像復号方法。

- [0198] (付記 1 6) 複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置であって、
量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める復元手段
を有することを特徴とする逆量子化装置。

- [0199] (付記 1 7) 前記復元手段は、
前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する手段と、
前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルム

が最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段とを有することを特徴とする付記 16 に記載の逆量子化装置。

[0200] (付記 18) 前記復元手段は、

前記複数の量子化値を用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する手段と、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段とを有することを特徴とする付記 16 に記載の逆量子化装置。

[0201] (付記 19) 複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置であって、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める復元手段を有することを特徴とする逆量子化装置。

[0202] (付記 20) 前記復元手段は、ある前記量子化値以外の信号が対応する量子化値の逆量子化値の取り得る値の範囲に含まれる場合、該前記量子化値以外の信号との差分が小さい仮逆量子化値を前記複数の逆量子化値の組に含める

ことを特徴とする付記 16 から付記 19 のいずれかに記載の逆量子化装置。

[0203] (付記 21) 複数の量子化値を符号化する符号化装置であって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、

前記逆量子化装置は、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有する

ことを特徴とする符号化装置。

[0204] (付記 2 2) 複数の量子化値を符号化する符号化装置であって、
複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、

前記逆量子化装置は、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有する

ことを特徴とする符号化装置。

[0205] (付記 2 3) 複数の量子化値を復号する復号装置であって、
複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、

前記逆量子化装置は、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有する

ことを特徴とする復号装置。

[0206] (付記 2 4) 複数の量子化値を復号する復号装置であって、
複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、

前記逆量子化装置は、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有する

ことを特徴とする復号装置。

[0207] (付記 2 5) 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置であって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、

前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段とを有することを特徴とする映像逆量子化装置。

[0208] (付記 2 6) 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置であって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、

前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記量子化値ベクトルによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段と

を有することを特徴とする映像逆量子化装置。

[0209] (付記 27) 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置であって、

前記量子化値ベクトルの要素を用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、

前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段と

を有することを特徴とする映像逆量子化装置。

[0210] (付記 28) 前記映像ベクトル計算手段は、前記相関が存在する他の映像ベクトルの要素が、対応する前記仮逆量子化映像ベクトルの集合の要素の値域に含まれる場合、該要素に関して前記相関が存在する他の映像ベクトルの要素との差分がより小さい、仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算することを特徴とする付記 25 から付記 27 のいずれかに記載の映像逆量子化装置。

[0211] (付記 29) 量子化値ベクトルを符号化する映像符号化装置であって、現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置を有し、

前記映像逆量子化装置は、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、

前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとし

て計算する映像ベクトル計算手段と
を有することを特徴とする映像符号化装置。

- [0212] （付記 3 0） 量子化値ベクトルを復号する映像復号装置であって、
 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置を有し、
 前記映像逆量子化装置は、
 前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、
 前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段と
 を有することを特徴とする映像復号装置。

- [0213] （付記 3 1） 複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化のプログラムであって、
 量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求める処理と、
 逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理と
 を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

- [0214] （付記 3 2） 複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化のプログラムであって、
 前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する処理と、
 前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子

化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[0215] (付記 3 3) 複数の量子化値を符号化する符号化のプログラムであって

、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、

前記逆量子化処理は、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求める処理と、

逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[0216] (付記 3 4) 複数の量子化値を符号化する符号化のプログラムであって

、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、

前記逆量子化処理は、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する処理と、

前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[0217] (付記 3 5) 複数の量子化値を復号する復号方法のプログラムであって

、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆

量子化処理を有し、

前記逆量子化処理は、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求める処理と、

逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[0218] (付記 3 6) 複数の量子化値を復号する復号のプログラムであって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、

前記逆量子化処理は、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する処理と、

前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[0219] (付記 3 7) 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化のプログラムであって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、

前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化

映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理と
を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[0220] (付記 38) 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化のプログラムであって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、

前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記量子化値ベクトルによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理と
を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[0221] (付記 39) 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化のプログラムであって、

前記量子化値ベクトルの要素を用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、

前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理と
を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[0222] (付記 40) 量子化値ベクトルを符号化する映像符号化のプログラムであって、

現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化処理を有し、

前記映像逆量子化処理は、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、

前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[0223] (付記 4 1) 量子化値ベクトルを復号する映像復号のプログラムであって、

現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化処理を有し、

前記映像逆量子化処理は、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、

前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

符号の説明

[0224] E2000 映像逆量子化器
E2001 量子化器
E2002 要素計算器

E2003 ベクトル計算器

請求の範囲

- [請求項1] 複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法であって、
- 量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、
- 逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める
- ことを特徴とする逆量子化方法。
- [請求項2] 前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、
- 前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める
- ことを特徴とする請求項1に記載の逆量子化方法。
- [請求項3] 前記複数の量子化値を用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、
- 前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める
- ことを特徴とする請求項1に記載の逆量子化方法。
- [請求項4] 複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法であって、
- 前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、

前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする逆量子化方法。

[請求項5] ある前記量子化値以外の信号が対応する量子化値の逆量子化値の取り得る値の範囲に含まれる場合、該前記量子化値以外の信号との差分が小さい仮逆量子化値を前記複数の逆量子化値の組に含めることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の逆量子化方法。

[請求項6] 複数の量子化値を符号化する符号化方法であって、
 複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、
 前記逆量子化方法は、
 量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、
 逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求めることを特徴とする符号化方法。

[請求項7] 複数の量子化値を符号化する符号化方法であって、
 複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、
 前記逆量子化方法は、
 前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、
 前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小と

なる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める
ことを特徴とする符号化方法。

[請求項8]

複数の量子化値を復号する復号方法であって、
複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、
前記逆量子化方法は、
量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、
逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める
ことを特徴とする復号方法。

[請求項9]

複数の量子化値を復号する復号方法であって、
複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化方法を用い、
前記逆量子化方法は、
前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、
前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める
ことを特徴とする復号方法。

[請求項10]

現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法であって、
前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、
前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトル

ルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップと

を有することを特徴とする映像逆量子化方法。

[請求項11]

現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法であって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、

前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記量子化値ベクトルによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップと

を有することを特徴とする映像逆量子化方法。

[請求項12]

現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法であって、

前記量子化値ベクトルの要素を用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、

前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップと

を有することを特徴とする映像逆量子化方法。

[請求項13] 前記映像ベクトル計算ステップは、前記相関が存在する他の映像ベクトルの要素が、対応する前記仮逆量子化映像ベクトルの集合の要素の値域に含まれる場合、該要素に関して前記相関が存在する他の映像ベクトルの要素との差分がより小さい、仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算することを特徴とする請求項10から請求項12のいずれかに記載の映像逆量子化方法。

[請求項14] 量子化値ベクトルを符号化する映像符号化方法であって、
現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法を用い、
前記映像逆量子化方法は、
前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステップと、
前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップと
を有することを特徴とする映像符号化方法。

[請求項15] 量子化値ベクトルを復号する映像復号方法であって、
現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化方法を用い、
前記映像逆量子化方法は、
前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算ステ

ップと、

前記映像要素計算ステップにて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算ステップと

を有することを特徴とする映像復号方法。

[請求項16]

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置であって、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める復元手段

を有することを特徴とする逆量子化装置。

[請求項17]

前記復元手段は、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する手段と、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段と

を有することを特徴とする請求項16に記載の逆量子化装置。

[請求項18]

前記復元手段は、

前記複数の量子化値を用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する手段と、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段と

を有することを特徴とする請求項 16 に記載の逆量子化装置。

[請求項19]

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置であって、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める復元手段を有することを特徴とする逆量子化装置。

[請求項20]

前記復元手段は、ある前記量子化値以外の信号が対応する量子化値の逆量子化値の取り得る値の範囲に含まれる場合、該前記量子化値以外の信号との差分が小さい仮逆量子化値を前記複数の逆量子化値の組に含める

ことを特徴とする請求項 16 から請求項 19 のいずれかに記載の逆量子化装置。

[請求項21]

複数の量子化値を符号化する符号化装置であって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、

前記逆量子化装置は、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組

として求める手段を有する
ことを特徴とする符号化装置。

[請求項22]

複数の量子化値を符号化する符号化装置であって、
複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、
前記逆量子化装置は、
前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有する
ことを特徴とする符号化装置。

[請求項23]

複数の量子化値を復号する復号装置であって、
複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、
前記逆量子化装置は、
量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求め、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有する
ことを特徴とする復号装置。

[請求項24]

複数の量子化値を復号する復号装置であって、
複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化装置を有し、
前記逆量子化装置は、
前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算し、前記

複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める手段を有することを特徴とする復号装置。

[請求項25] 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその

逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置であって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、

前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段と

を有することを特徴とする映像逆量子化装置。

[請求項26] 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置であって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、

前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記量子化値ベクトルによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段と

を有することを特徴とする映像逆量子化装置。

- [請求項27] 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置であって、
- 前記量子化値ベクトルの要素を用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、
- 前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段と
- を有することを特徴とする映像逆量子化装置。
- [請求項28] 前記映像ベクトル計算手段は、前記相関が存在する他の映像ベクトルの要素が、対応する前記仮逆量子化映像ベクトルの集合の要素の値域に含まれる場合、該要素に関して前記相関が存在する他の映像ベクトルの要素との差分がより小さい、仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算することを特徴とする請求項25から請求項27のいずれかに記載の映像逆量子化装置。
- [請求項29] 量子化値ベクトルを符号化する映像符号化装置であって、
- 現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置を有し、
- 前記映像逆量子化装置は、
- 前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、
- 前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル

空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段とを有することを特徴とする映像符号化装置。

[請求項30]

量子化値ベクトルを復号する映像復号装置であって、

現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化装置を有し、

前記映像逆量子化装置は、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算手段と、

前記映像要素計算手段にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算手段とを有することを特徴とする映像復号装置。

[請求項31]

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化のプログラムあって、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求める処理と、

逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項32]

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化のプログラムであって、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する処理

と、

前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項33]

複数の量子化値を符号化する符号化のプログラムであって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、

前記逆量子化処理は、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求める処理と、

逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項34]

複数の量子化値を符号化する符号化のプログラムであって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、

前記逆量子化処理は、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する処理と、

前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項35]

複数の量子化値を復号する復号方法のプログラムであって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、

前記逆量子化処理は、

量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を少なくとも前記量子化値以外の信号を用いて求める処理と、

逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項36]

複数の量子化値を復号する復号のプログラムであって、

複数の量子化値を組として逆量子化して複数の逆量子化値の組を求める逆量子化処理を有し、

前記逆量子化処理は、

前記複数の量子化値と前記量子化値以外の信号とを用いて、前記複数の量子化値の各量子化値の仮逆量子化値を要素単位で計算する処理と、

前記複数の量子化値を用いて量子化値毎に逆量子化値の取り得る値の範囲を求め、前記要素単位で計算された仮逆量子化値の組を始点にして、逆量子化値毎の取り得る値の範囲内で、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化値の組を前記逆量子化値の組として求める処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項37]

現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化のプログラムであって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、

前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他

の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項38]

現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化のプログラムであって、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、

前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記量子化値ベクトルによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項39]

現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化のプログラムであって、

前記量子化値ベクトルの要素を用いて初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、

前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定する仮逆量子化映像ベクトルの集合から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項40]

量子化値ベクトルを符号化する映像符号化のプログラムであって、
現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化処理を有し、

前記映像逆量子化処理は、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、

前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理とを情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

[請求項41]

量子化値ベクトルを復号する映像復号のプログラムであって、
現在の処理対象の映像ベクトルに対応する量子化値ベクトルからその逆量子化映像ベクトルを計算する映像逆量子化処理を有し、

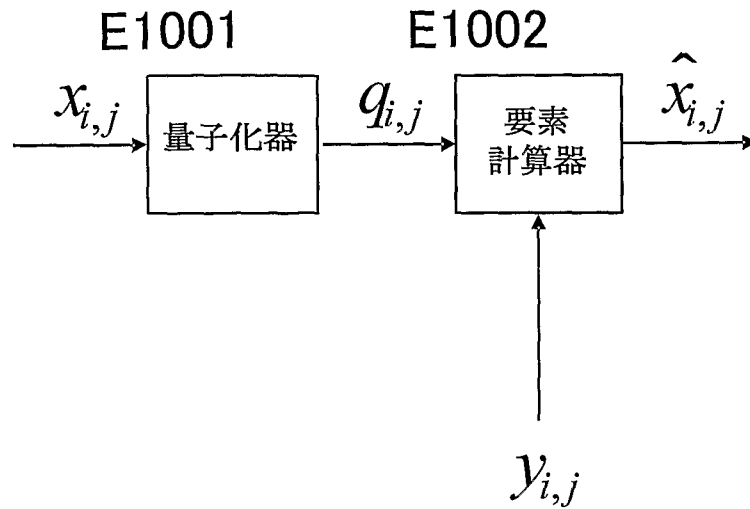
前記映像逆量子化処理は、

前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルの要素と、前記量子化値ベクトルの要素とを用いて前記処理対象の初期逆量子化映像ベクトルを要素単位で計算する映像要素計算処理と、

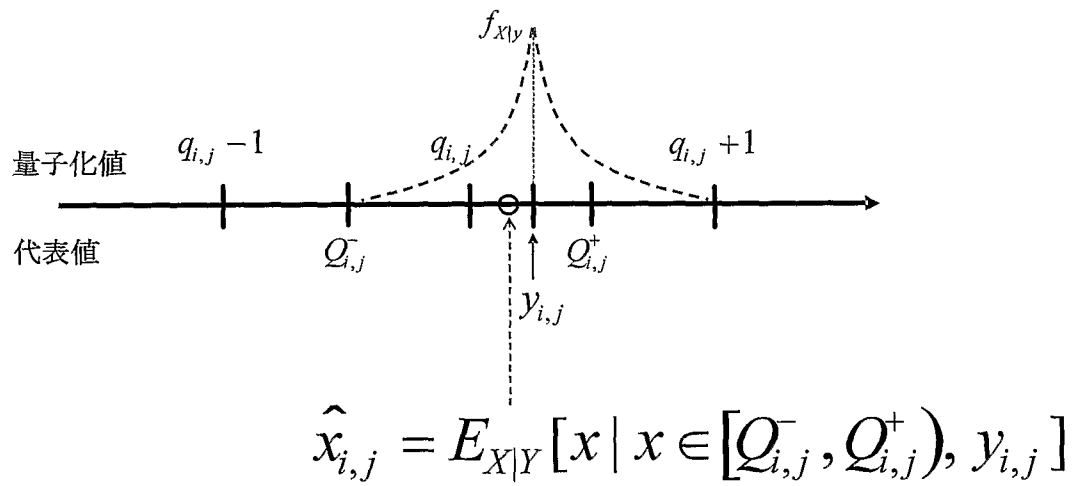
前記映像要素計算処理にて計算された初期逆量子化映像ベクトルを始点にして、前記処理対象の映像ベクトルとの間に相関が存在する他の映像ベクトルと前記量子化値ベクトルとによって決定するベクトル空間から、全変分ノルムが最小となる仮逆量子化映像ベクトルを前記逆量子化映像ベクトルとして計算する映像ベクトル計算処理と

を情報処理装置に実行させることを特徴とするプログラム。

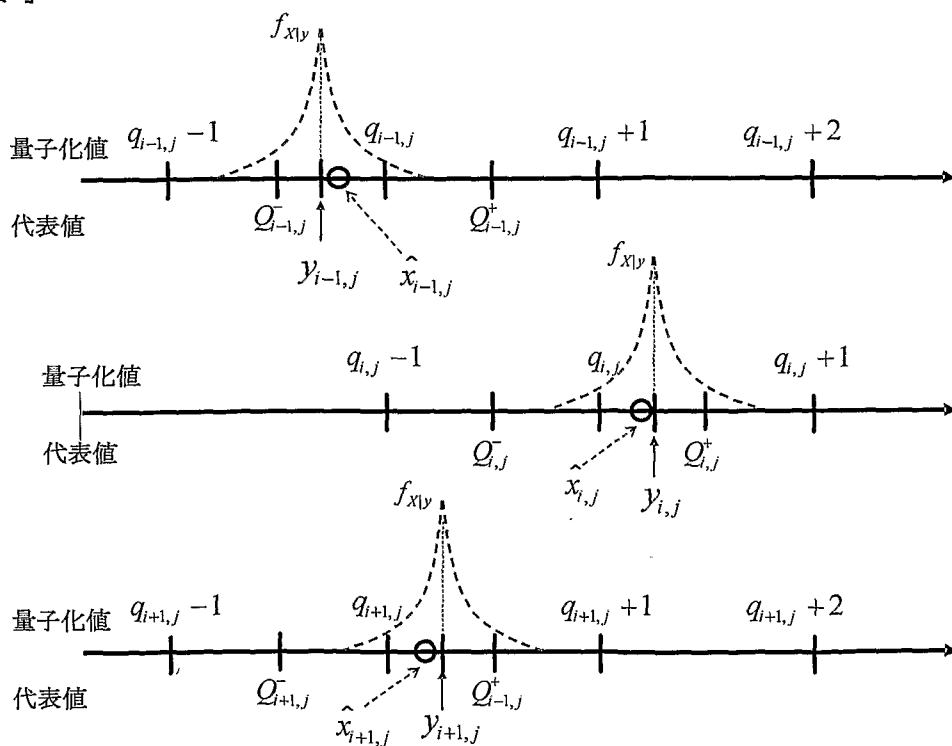
[図1]



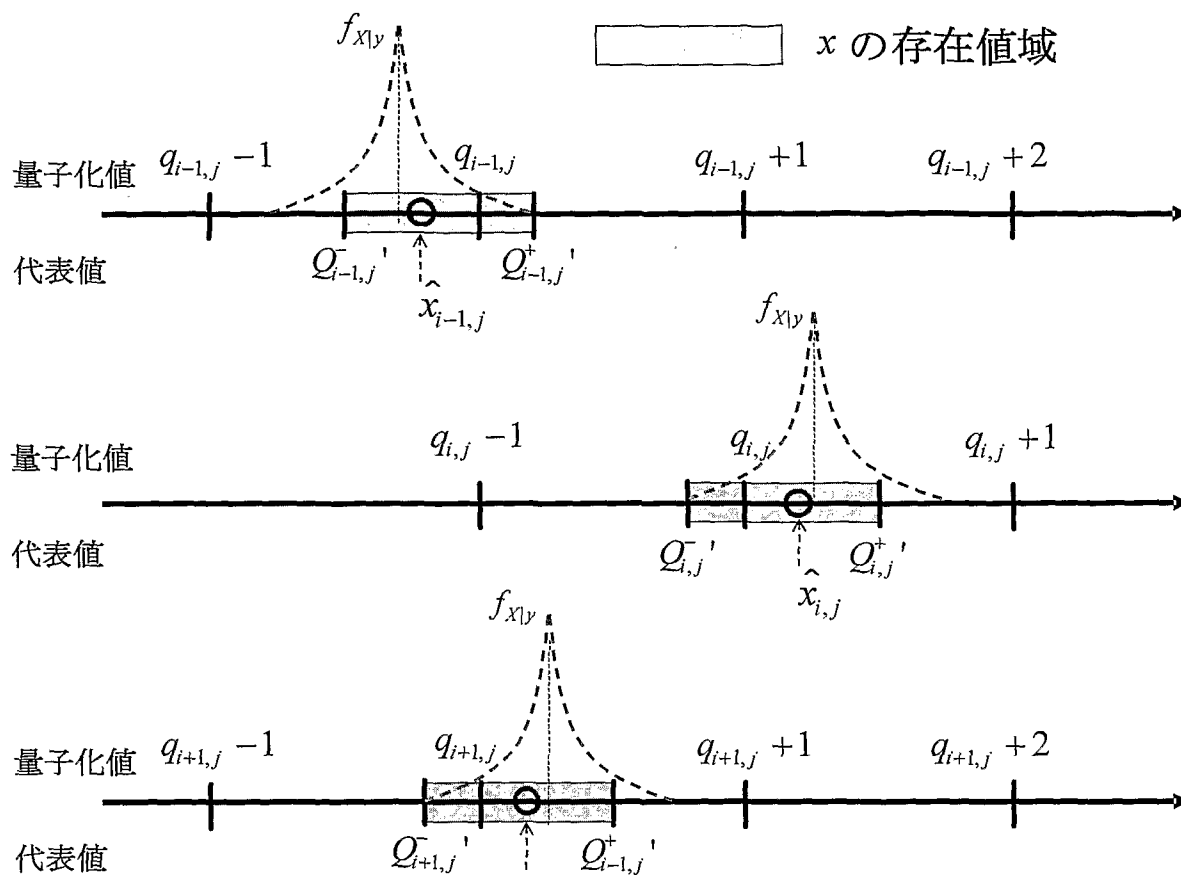
[図2]



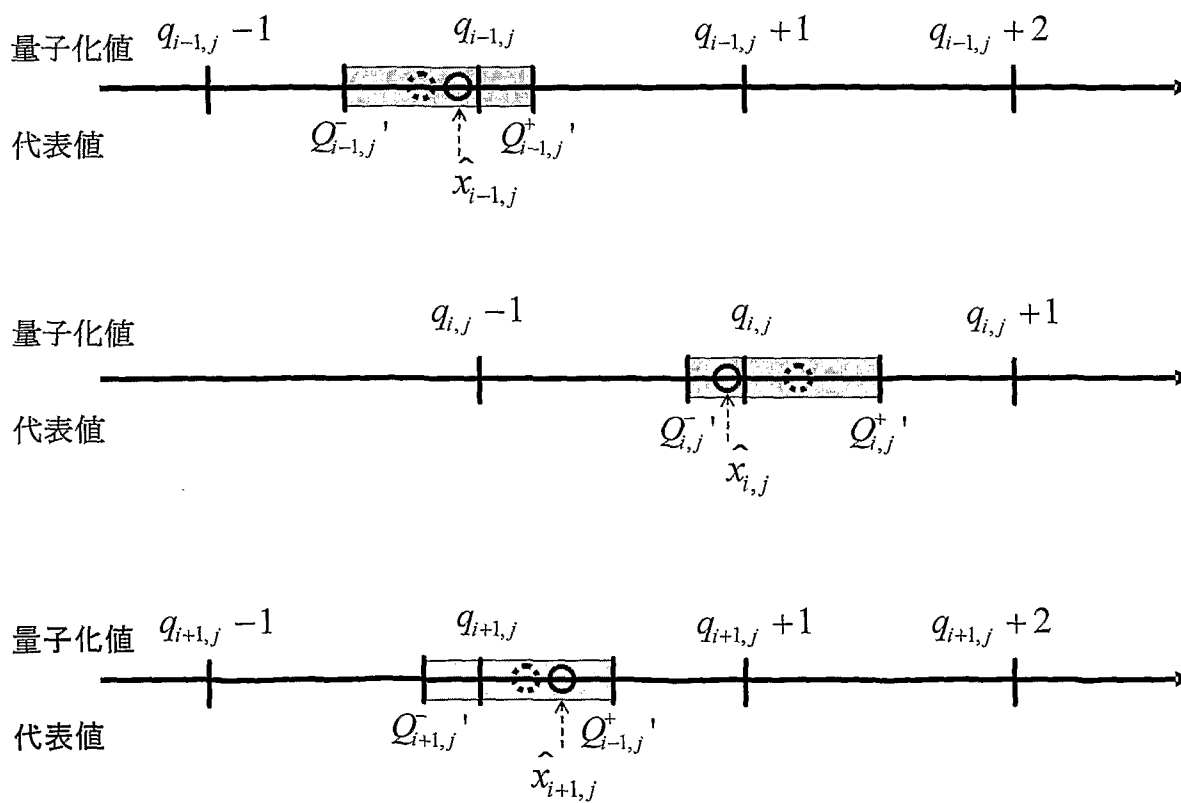
[図3]



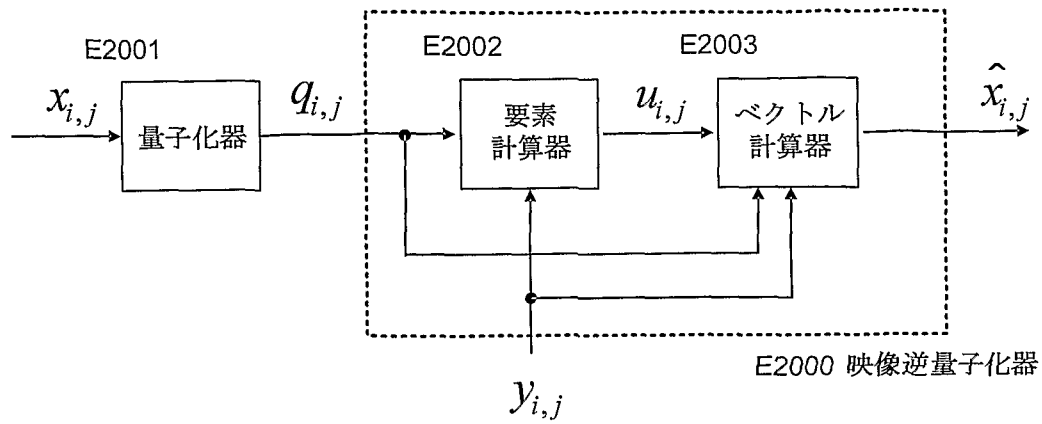
[図4]



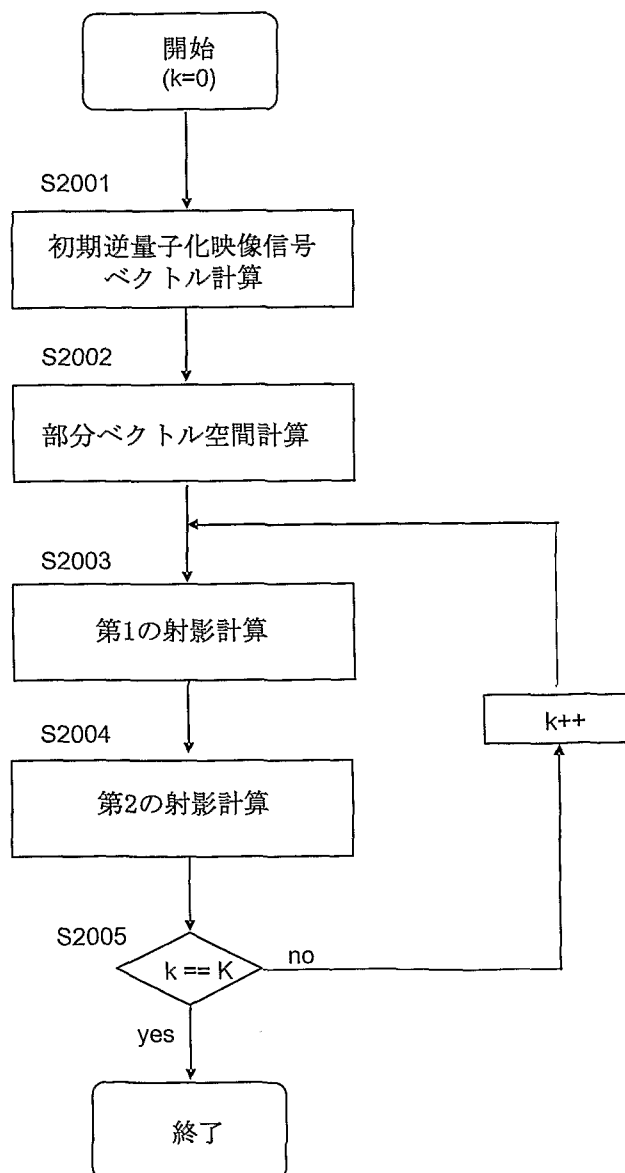
[図5]



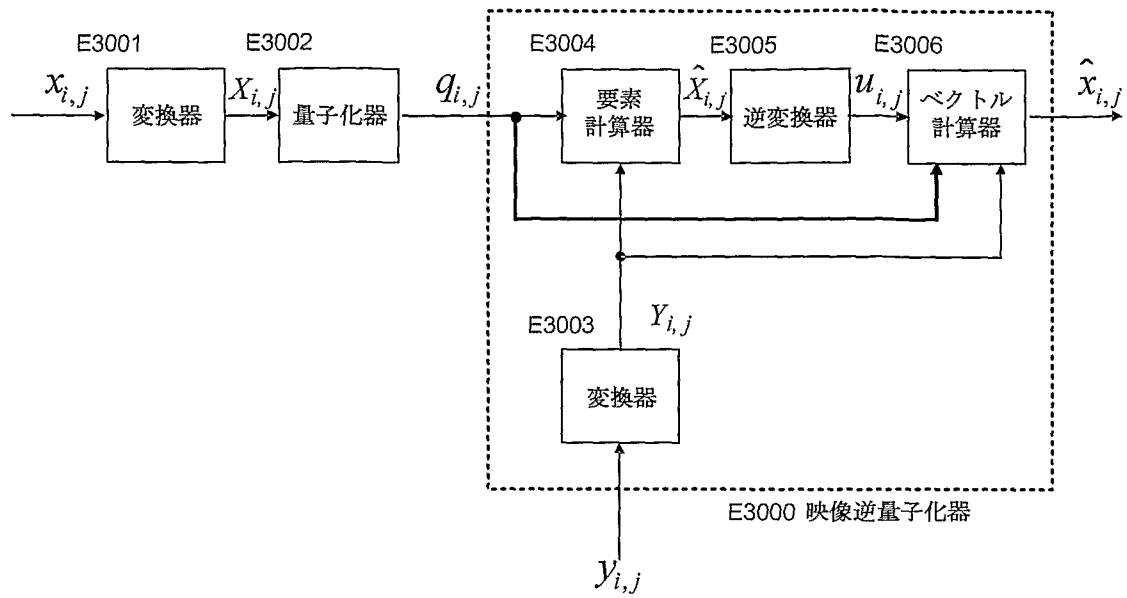
[図6]



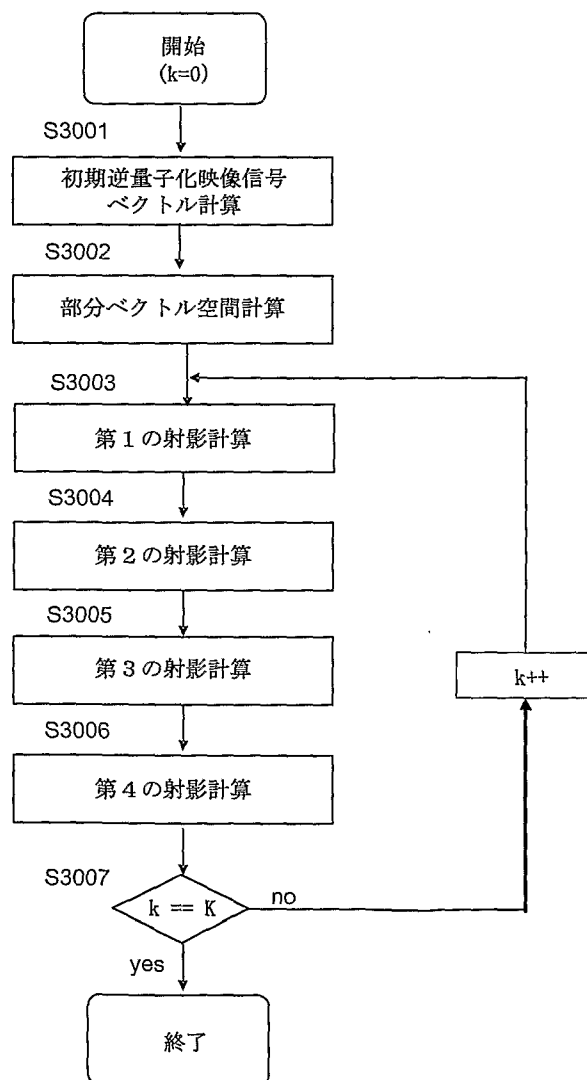
[図7]



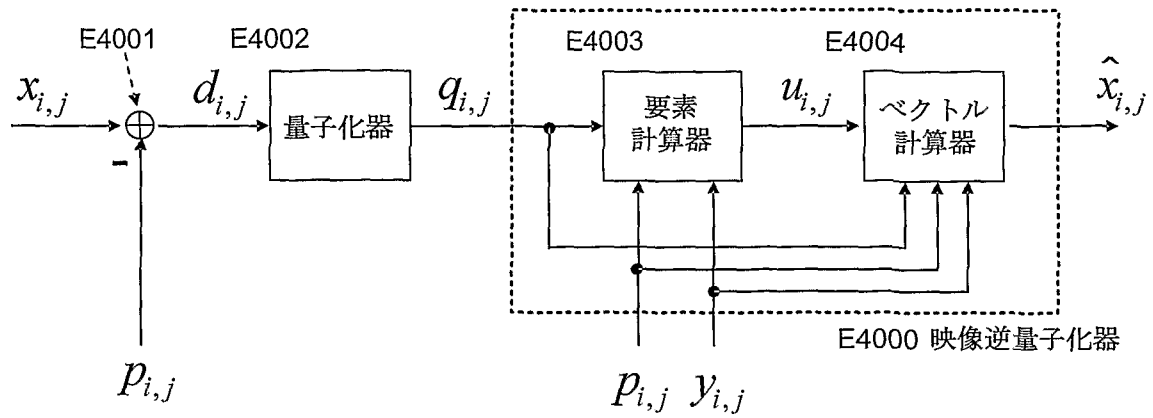
[図8]



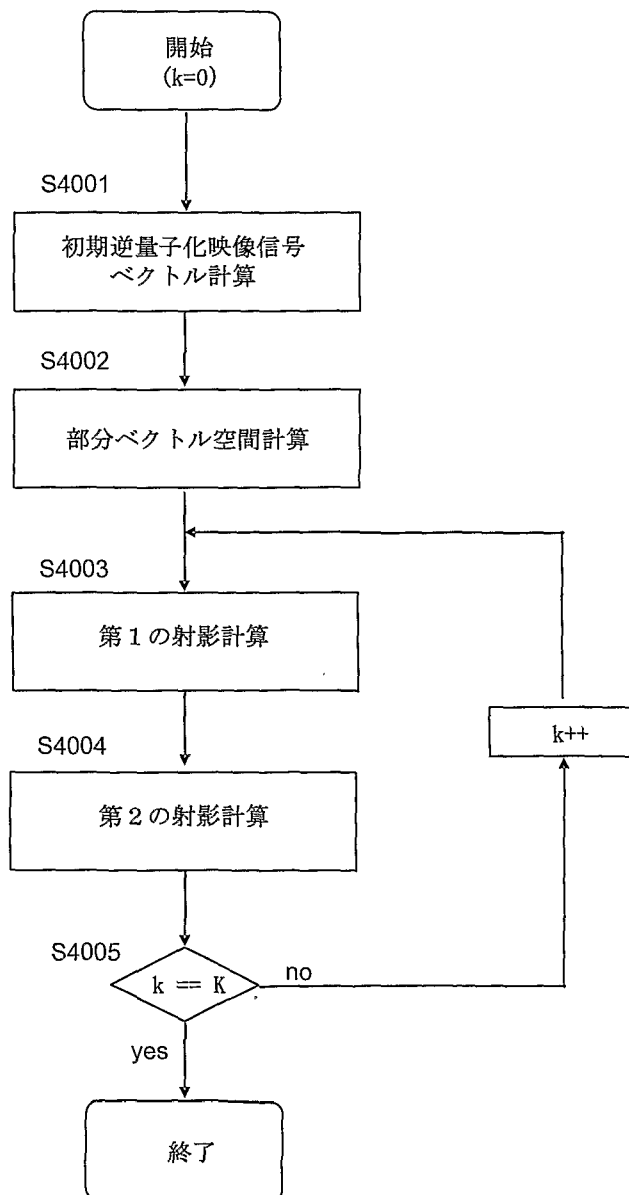
[図9]



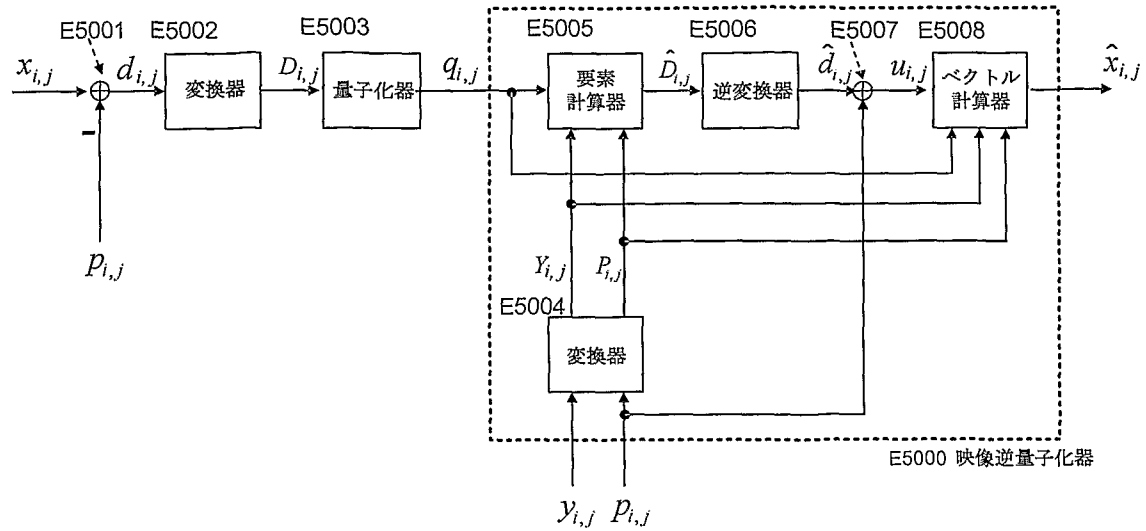
[図10]



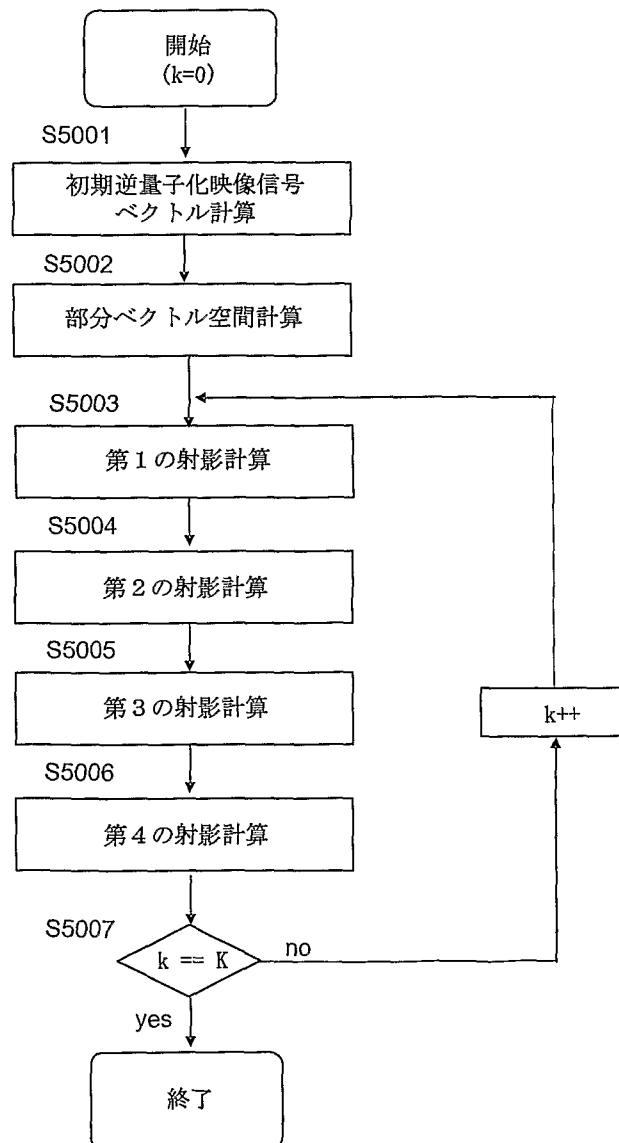
[図11]



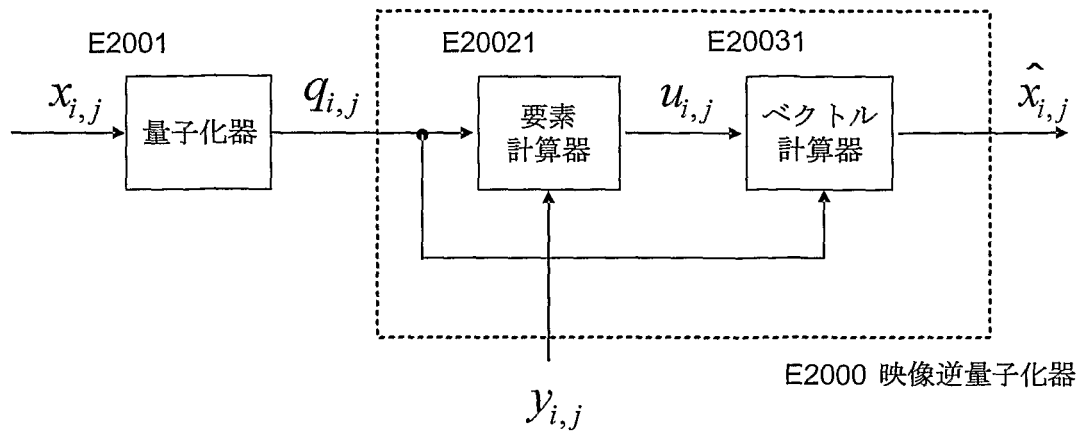
[図12]



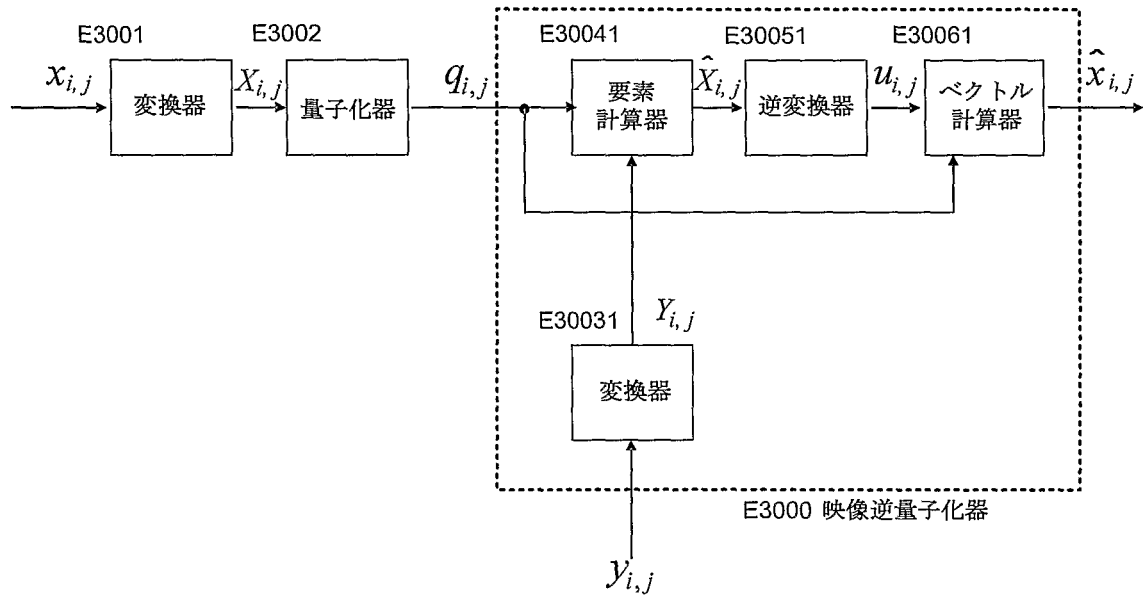
[図13]



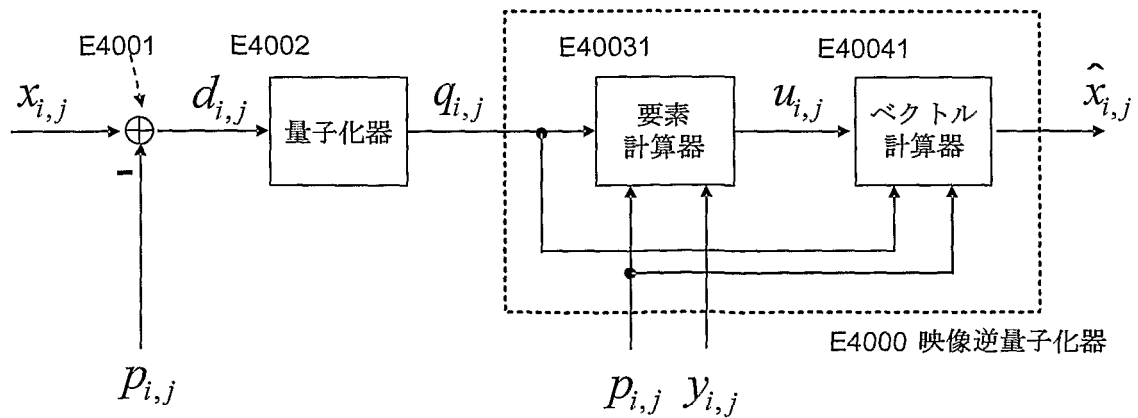
[図14]



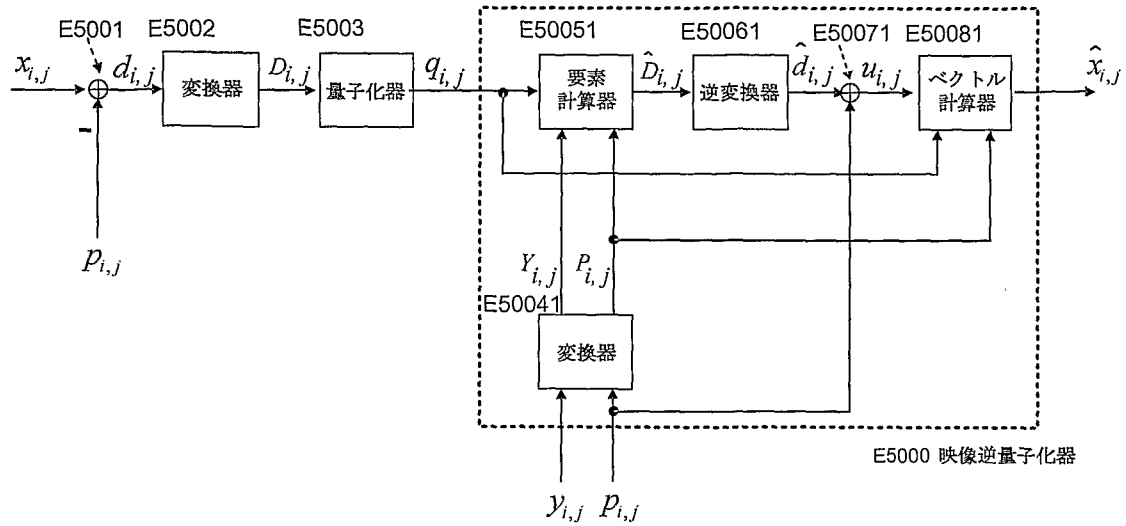
[図15]



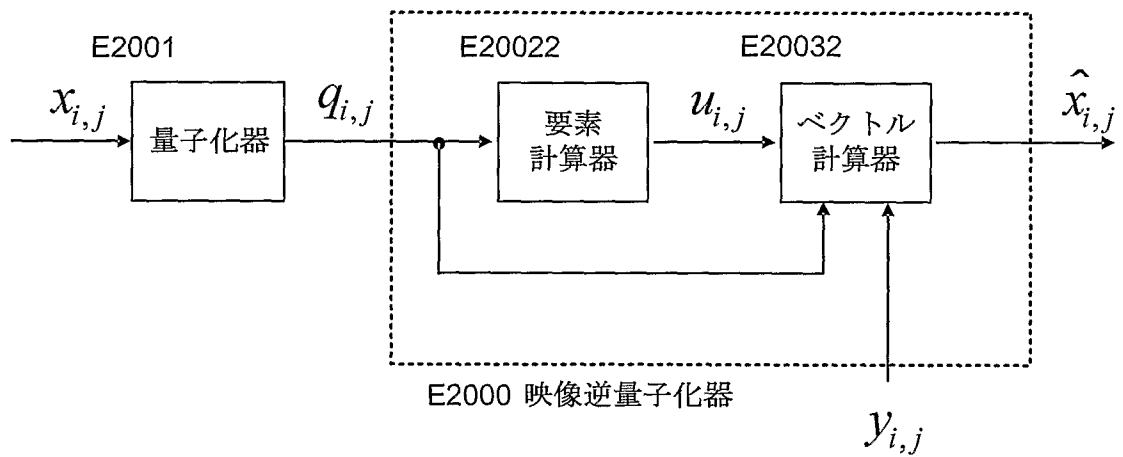
[図16]



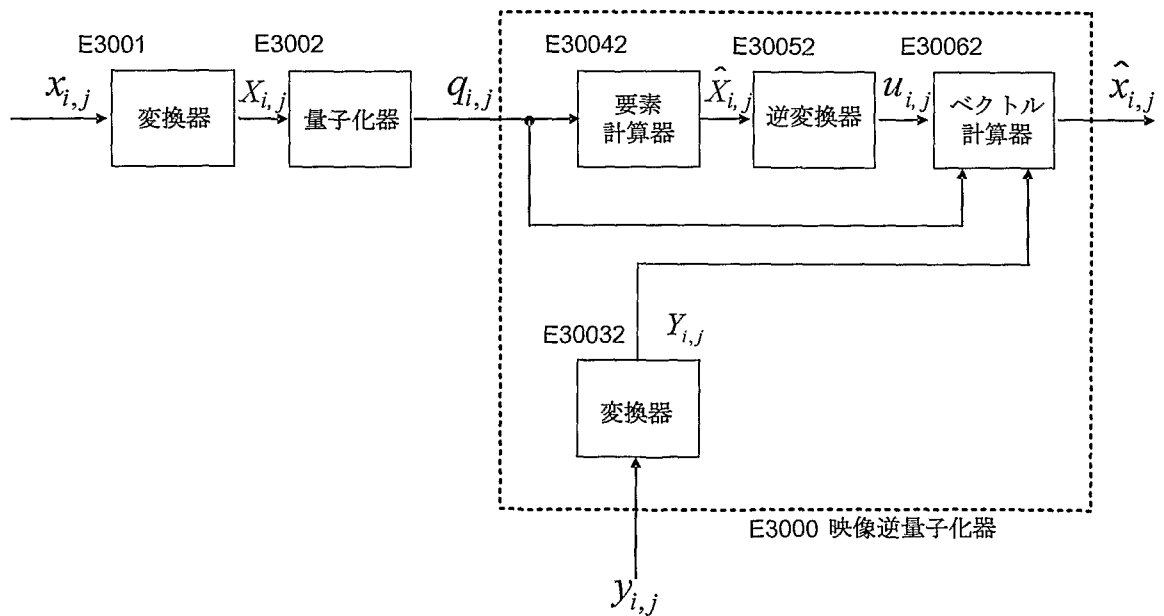
[図17]



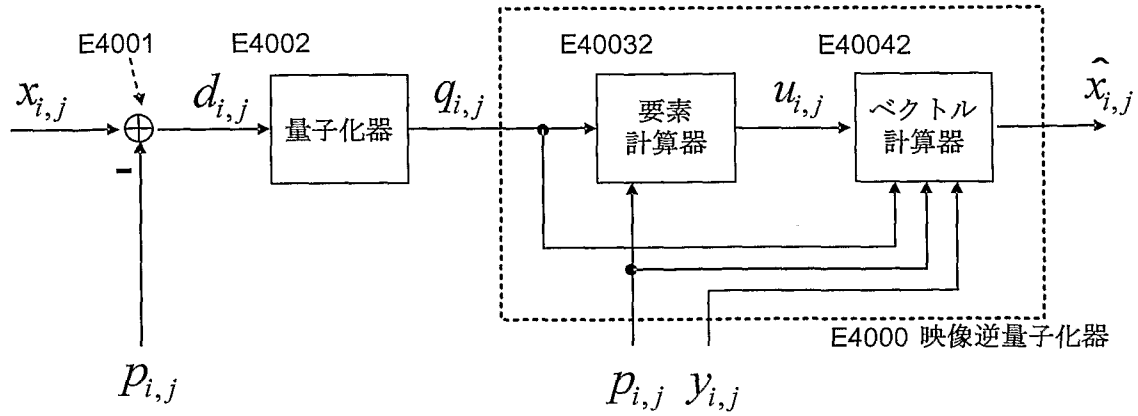
[図18]



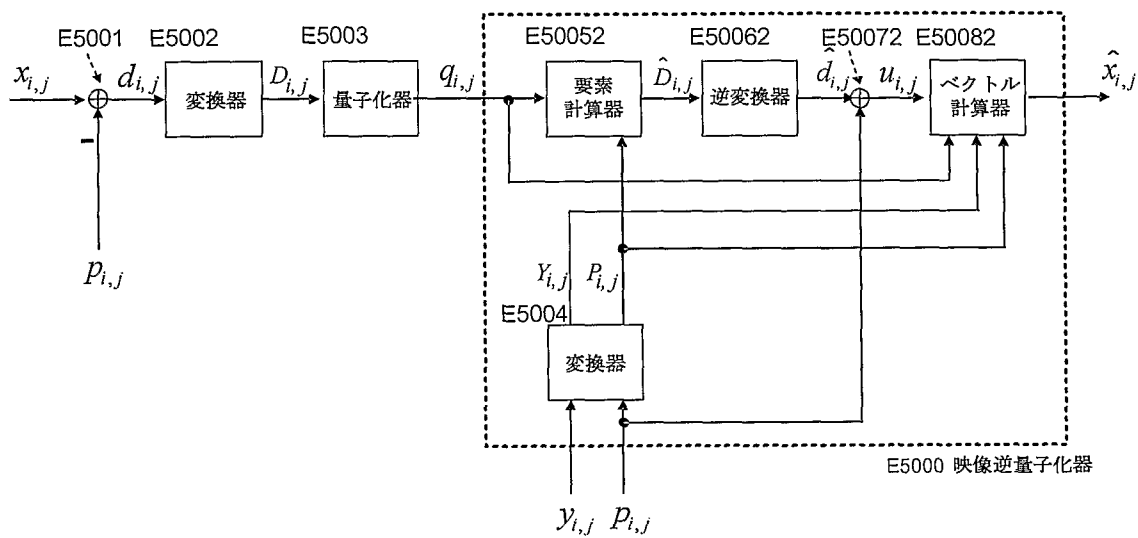
[図19]



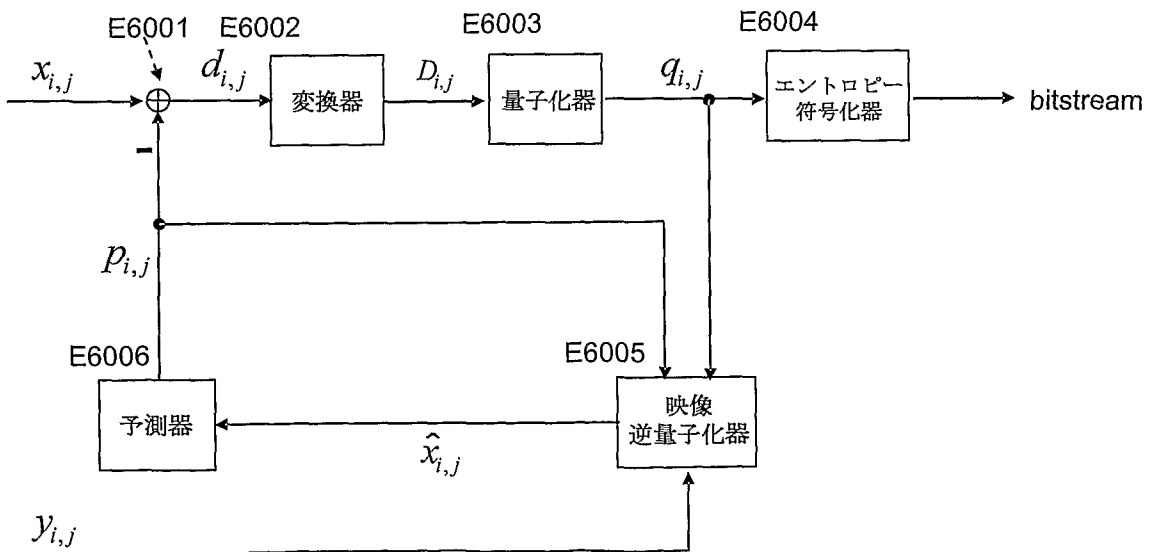
[図20]



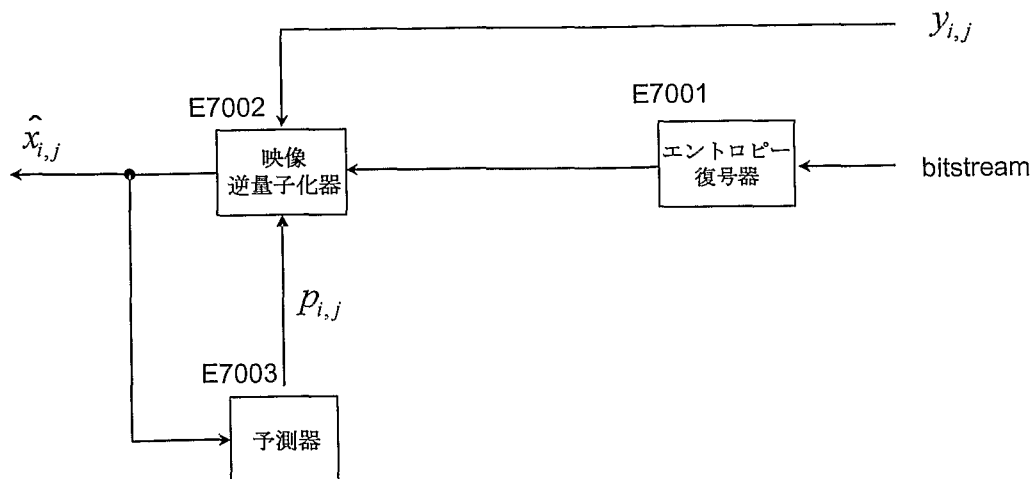
[図21]



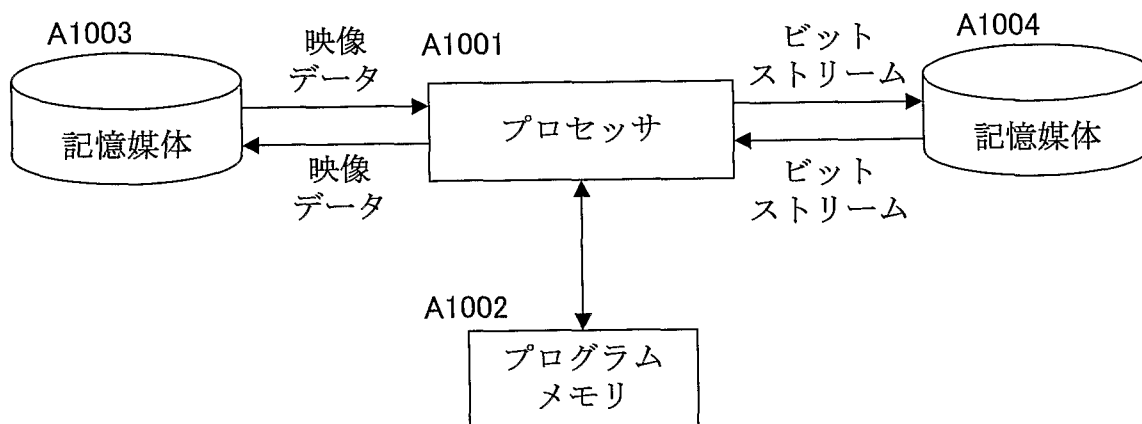
[図22]



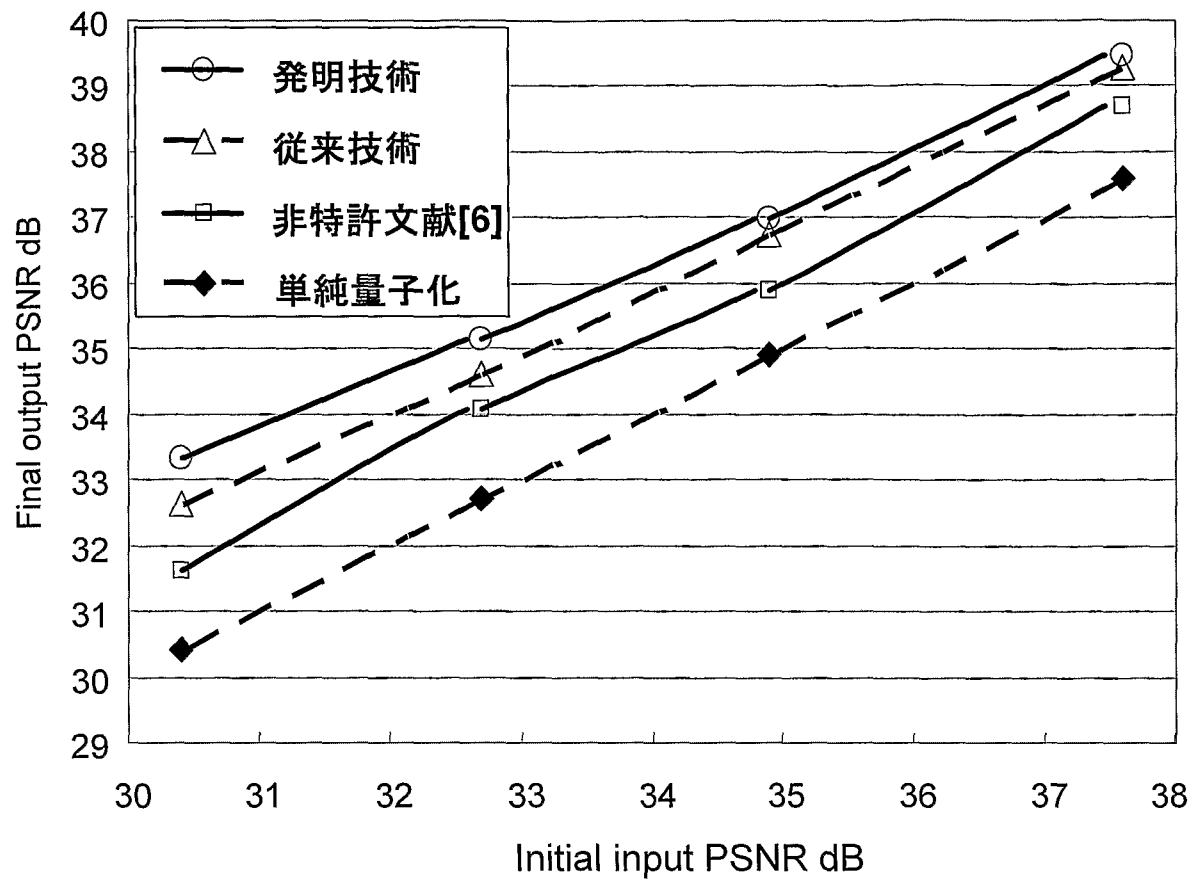
[図23]



[図24]



[図25]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/071303

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N7/26(2006.01) i, H03M7/30(2006.01) i, H04N1/41(2006.01) i

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)

H04N7/26, H03M7/30, H04N1/41

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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 2007-142823 A (Fuji Xerox Co., Ltd.), 07 June 2007 (07.06.2007), paragraphs [0029], [0046] to [0051] & US 2007/0116371 A1 & CN 1968417 A & KR 10-2007-0053098 A	1-41
A	JP 2005-124145 A (LG Electronics Inc.), 12 May 2005 (12.05.2005), paragraphs [0107] to [0112] & US 2005/0111742 A1 & EP 1523195 A2 & KR 10-2005-0035040 A & CN 1606350 A	1-41
A	Jeffery R. PRICE and Majid RABBANI, 'Biased reconstruction for JPEG decoding', IEEE Signal Processing Letters, Dec. 1999, Volume 6, Issue 12, pages 297 to 299	1-41



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

18 March, 2010 (18.03.10)

Date of mailing of the international search report

30 March, 2010 (30.03.10)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04N7/26(2006.01)i, H03M7/30(2006.01)i, H04N1/41(2006.01)i			
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（I P C）） Int.Cl. H04N7/26, H03M7/30, H04N1/41			
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 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 0 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 0 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 2007-142823 A（富士ゼロックス株式会社）2007.06.07, 段落【0029】、【0046】 - 【0051】 & US 2007/0116371 A1 & CN 1968417 A & KR 10-2007-0053098 A	1-41	
A	JP 2005-124145 A（エルジー エレクトロニクス インコーポレイテッド）2005.05.12, 段落【0107】 - 【0112】 & US 2005/0111742 A1 & EP 1523195 A2 & KR 10-2005-0035040 A & CN 1606350 A	1-41	
☒ 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。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「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矛盾するものではなく、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 1 8 . 0 3 . 2 0 1 0		国際調査報告の発送日 3 0 . 0 3 . 2 0 1 0	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 坂本 聡生 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 4 1	5 C 2 9 5 4

C (続き) . 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	Jeffery R. PRICE and Majid RABBANI, 'Biased reconstruction for JPEG decoding', IEEE Signal Processing Letters, Dec. 1999, Volume 6, Issue 12, pages 297 to 299	1-41