

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4877449号
(P4877449)

(45) 発行日 平成24年2月15日(2012.2.15)

(24) 登録日 平成23年12月9日(2011.12.9)

(51) Int. Cl. F 1
HO4N 7/32 (2006.01) HO4N 7/137 Z

請求項の数 12 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2004-320088 (P2004-320088)	(73) 特許権者	000001443
(22) 出願日	平成16年11月4日(2004.11.4)		カシオ計算機株式会社
(65) 公開番号	特開2006-135461 (P2006-135461A)		東京都渋谷区本町1丁目6番2号
(43) 公開日	平成18年5月25日(2006.5.25)	(74) 代理人	100096699
審査請求日	平成19年10月22日(2007.10.22)		弁理士 鹿嶋 英實
		(72) 発明者	中込 浩一
			東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ 計算機株式会社羽村技術センター内
		(72) 発明者	浜田 玲
			東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ 計算機株式会社羽村技術センター内
		(72) 発明者	松井 紳一
			東京都羽村市栄町3丁目2番1号 カシオ 計算機株式会社羽村技術センター内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動画像符号化装置および動画像符号化处理プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

フレーム内符号化又はフレーム間符号化のいずれかを選択して動画圧縮する動画像符号化装置において、

符号化するマクロブロック画像の量子化誤差を代替する第1パラメタ - を算出する第1パラメタ - 算出手段と、

前記マクロブロック画像の平坦度を表す第2パラメタ - を算出する第2パラメタ - 算出手段と、

前記マクロブロック画像の動きベクトルの大きさを考慮した第3パラメタ - を算出する第3パラメタ - 算出手段と、

前記第2パラメタ - と前記第3パラメタ - の積よりも前記第1パラメタ - が大きい場合にフレーム内符号化を選択する第1の符号化判定手段と

を具備する動画符号化装置

【請求項2】

前記第1パラメタ - が所定の閾値よりも大きい場合に前記第1の符号化判定手段による判定を行う第2の符号化判定手段をさらに具備することを特徴とする請求項1に記載の動画符号化装置。

【請求項3】

前記第2の判定手段による判定に先だって、フレーム間符号化を行うことを特徴とする請求項2に記載の動画符号化装置。

【請求項 4】

前記第 2 の判定手段による判定が否であった場合にフレーム間符号化を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の動画符号化装置。

【請求項 5】

前記第 2 の判定手段による判定が否であった場合に前記第 2 のパラメタ - が所定の閾値よりも小さい場合にフレーム内符号化を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の動画符号化装置。

【請求項 6】

前記第 1 パラメタ - は、最も相関の高い動きベクトルを検出した時の差分絶対値和であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の動画符号化装置。

10

【請求項 7】

フレーム内符号化又はフレーム間符号化のいずれかを選択して動画圧縮する動画符号化プログラムにおいて、

符号化するマクロブロック画像の量子化誤差を代替する第 1 パラメタ - を算出する第 1 パラメタ - 算出処理と、

前記マクロブロック画像の平坦度を表す第 2 パラメタ - を算出する第 2 パラメタ - 算出処理と、

前記マクロブロック画像の動きベクトルの大きさを考慮した第 3 パラメタ - を算出する第 3 パラメタ - 算出処理と、

前記第 2 パラメタ - と前記第 3 パラメタ - の積よりも前記第 1 パラメタ - が大きい場合にフレーム内符号化を選択する第 1 の符号化判定処理と

20

をコンピュータで実行させることを特徴とする動画符号化処理プログラム。

【請求項 8】

前記第 1 パラメタ - が所定の閾値よりも大きい場合に前記第 1 の符号化判定処理による判定を行う第 2 の符号化判定処理をさらに実行させることを特徴とする請求項 7 に記載の動画符号化処理プログラム。

【請求項 9】

前記第 2 の判定処理による判定に先だって、フレーム間符号化を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の動画符号化処理プログラム。

【請求項 10】

30

前記第 2 の判定処理による判定が否であった場合にフレーム間符号化を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の動画符号化処理プログラム。

【請求項 11】

前記第 2 の判定処理による判定が否であった場合に前記第 2 のパラメタ - が所定の閾値よりも小さい場合にフレーム内符号化を行うことを特徴とする請求項 8 に記載の動画符号化処理プログラム。

【請求項 12】

前記第 1 パラメタ - は、最も相関の高い動きベクトルを検出した時の差分絶対値和であることを特徴とする請求項 7 ~ 11 のいずれかに記載の動画符号化処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、人の視覚特性を勘案して動画を圧縮する動画符号化装置および動画符号化処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

デジタルテレビ放送、インターネットのビデオストリーミングあるいは DVD などのアプリケーションでは、伝送帯域や記憶容量に限られる為、圧縮率の高い符号化技術が要求されている。そうした要求に応える高圧縮率の符号化技術として、例えば H. 264 規格が知られている。以下、図 9 ~ 図 15 を参照して H. 264 規格に準拠した動画符号化

50

装置の一例について述べる。

【 0 0 0 3 】

図 9 は動画像符号化装置の概略構成を示すブロック図である。この図において、減算器 10 は、現ブロックの画素値から予測ブロックの画素値を減算して輝度差分を表す予測誤差信号を発生する。変換 / 量子化部 11 は、減算器 10 から出力される予測誤差信号に整数 DCT (離散コサイン変換) を施し、これにより得られる変換係数を所定の量子化幅で量子化して係数データを発生する。エントロピー符号化部 12 は、変換 / 量子化部 11 が発生した係数データについて、可変長符号化 VLC をベースとした指数ゴロム符号と、それを応用した CABAC (Context-based Adaptive Binary Arithmetic Coding) とを用いてエントロピー符号化する。

10

【 0 0 0 4 】

逆量子化 / 逆変換部 13、加算器 14、ループフィルタ 15 およびフレームメモリ 16 は、ローカル復号部を形成する。ローカル復号部では、変換 / 量子化部 11 が発生した係数データに逆量子化および逆整数 DCT を施した後に前予測ブロックの画素値を加算して復号画像を生成し、生成した復号画像にループフィルタリングを施してブロックノイズを低減させた後、フレームメモリ 16 に一時記憶する。フレーム内予測部 17 は、フレームメモリ 16 から読み出される復号画像を用いてフレーム内予測ブロック値を算出する。

【 0 0 0 5 】

動き検出部 18 は、現ブロックの動きベクトルを検出する。動き補償部 19 は、動き検出部 18 が検出した動きベクトルに応じて参照フレーム (フレームメモリ 16 から読み出される復号画像) に動き補償を施してフレーム間予測ブロック値を算出する。セレクタ 20 は、判定部 21 の指示に応じて、フレーム内予測部 17 が算出するフレーム内予測ブロック値あるいは動き補償部 19 が算出するフレーム間予測ブロック値のいずれかを選択して減算器 10 に供給する。判定部 21 は、フレーム内予測符号化時の生成符号量とフレーム間予測符号化の生成符号量とを推定し、生成符号量の小さい符号化方式を選択するようセレクタ 20 に指示する。

20

【 0 0 0 6 】

次に、図 10 ~ 図 15 を参照して上記構成による動画像符号化装置の符号化判定動作を説明する。以下では、最初に「符号化判定処理」の動作を説明した後、符号化判定処理を構成する「inter 予測処理」、「intra 予測処理」および「inter D & Q 処理」の各動作について概説する。

30

【 0 0 0 7 】

(1) 符号化判定処理の動作

図 10 は、ブロック画像入力毎に実行される符号化判定処理の動作を示すフローチャートである。ブロック画像入力に応じて本処理が実行されると、ステップ SF 1 に進み、装置各部をイニシャライズする。次いで、ステップ SF 2 では、フレーム間予測符号化時の生成符号量を推定する inter 予測処理を実行し、続くステップ SF 3 では、フレーム内予測符号化時の生成符号量を推定すると共に、フレーム内符号化 (整数 DCT、量子化、逆量子化および逆整数 DCT) を行う intra 予測処理を実行する。そして、ステップ SF 4 では、上記ステップ SF 2 にて得られる最小の差分絶対値和 SADinter (inter 予測時の生成符号量に相当) が、上記ステップ SF 3 にて得られる最小の差分絶対値和 SADintra (intra 予測時の生成符号量に相当) より大きいかなかを判断する。

40

【 0 0 0 8 】

inter 予測時の生成符号量が intra 予測時の生成符号量より大きければ、判断結果は「YES」になり、本処理を完了させる。したがって、この場合、動画像符号化装置は上記ステップ SF 3 にて実行されたフレーム内符号化にて動画圧縮する。

一方、inter 予測時の生成符号量が intra 予測時の生成符号量より小さいと、上記ステップ SF 4 の判断結果が「NO」になり、ステップ SF 5 に進み、フレーム間符号化 (整数 DCT、量子化、逆量子化および逆整数 DCT) を行う inter D & Q 処

50

理を実行する。したがって、この場合、動画像符号化装置はフレーム間符号化にて動画圧縮する。

【0009】

(2) *inter* 予測処理の動作

次に、図11～図13を参照して*inter* 予測処理の動作を説明する。上述のステップSF2(図10参照)を介して本処理が実行されると、図11に図示するステップSG1に進み、 16×16 画素のマクロブロックを16分割した 4×4 画素のブロックの全てについて処理し終えたかどうかを判断する。全てのブロックについて処理し終わると、判断結果は「YES」となり、本処理を完了させるが、そうでなければ、判断結果が「NO」になり、ステップSG2に進む。なお、 16×16 画素のマクロブロックと 4×4 画素のブロックとの関係は、図13に図示する通り、マクロブロックのブロックナンバ*n*にて 4×4 画素のブロックが指定されるようになっている。

10

【0010】

次いで、ステップSG2では、処理対象の 4×4 画素のブロック(以下、現ブロックと称す)の画素値*Org*を算出する。次いで、ステップSG3では、動きベクトルを探索するMVサーチ処理を実行する。MVサーチ処理では、図12のステップSH1～SH3に図示するように、参照フレームの探索範囲内で参照ブロックを中心に画素をずらしながら現ブロックとの相関を算出し、その内で最も相関の高い画素の位置を動きベクトルとして抽出する。

【0011】

20

MVサーチ処理では、参照ブロックと現ブロックとの相関を、両ブロックの差分絶対値和*SAD*で評価している。したがって、最も相関の高い画素の位置を動きベクトルとして抽出した時、差分絶対値和*SAD*は最小となる。最小の差分絶対値和*SAD_{inter}*は、*inter* D&Q処理を行うか否かを判断するステップSF4(図10参照)に用いられる。

【0012】

(3) *intra* 予測処理の動作

次に、図14を参照して*intra* 予測処理の動作を説明する。前述したステップSF3(図10参照)を介して本処理が実行されると、図14に図示するステップSJ1に進み、 16×16 画素のマクロブロックを16分割した 4×4 画素のブロックの全てについて処理し終えたかどうかを判断する。全てのブロックについて処理し終わると、判断結果は「YES」となり、本処理を完了させるが、そうでなければ、判断結果が「NO」になり、ステップSJ2に進む。ステップSJ2では、例えば*intra* 4×4 *mode*の場合、*mode*0～*mode*8の計9種類の予測方法にて各*mode*の予測ブロック値を算出する。

30

【0013】

次いで、ステップSJ3～SJ5では、現ブロックと上記各*mode*の予測ブロック値との差分絶対値和*SAD*を、全ての*mode*0～*mode*8に対応して算出し、その内から最小の差分絶対値和*SAD_{intra}*を求める。最小の差分絶対値和*SAD_{intra}*は、*inter* D&Q処理を行うか否かを判断するステップSF4(図10参照)に用いられる。

40

【0014】

全ての*mode*0～*mode*8について差分絶対値和*SAD*を算出し終え、その内で最小の差分絶対値和*SAD_{intra}*が決定すると、ステップSJ3の判断結果が「YES」になり、ステップSJ6に進み、最小の差分絶対値和*SAD_{intra}*を生成する*mode*で現ブロックをフレーム内符号化する。以後、上述したステップSJ1～SJ6を全てのブロックについて処理し終わるまで繰り返す。

【0015】

(4) *inter* D&Q処理の動作

次に、図15を参照して*inter* D&Q処理の動作を説明する。前述したステップSF5(図10参照)を介して本処理が実行されると、図15に図示するステップSK1

50

に進み、 16×16 画素のマクロブロックを16分割した 4×4 画素のブロックの全てについて処理し終えたかどうかを判断する。全てのブロックについて処理し終わってなければ、判断結果は「NO」となり、ステップSK2に進む。

【0016】

ステップSK2～SK6では、現ブロックの画素値 $Org(i, j)$ からフレーム間予測ブロック値 $ref(i, j)$ を減算して生成される予測誤差信号に変換処理(整数DCT)、量子化処理Q、逆量子化 Q^{-1} および逆変換処理(整数DCT $^{-1}$)を施す。そして、ステップSK7に進み、フレーム間予測ブロック値 $ref(i, j)$ を歩進させてから上記ステップSK1に処理を戻す。以後、全てのブロックについて処理し終わるまでステップSK1～SK7を繰り返す。

10

【0017】

以上のように、空間領域での相関を利用するフレーム内符号化又は時間領域での相関を利用するフレーム間符号化を選択的に用いて動画圧縮する動画像符号化装置では、ブロック画像入力毎に、 $inter$ 予測時の生成符号量に相当する最小の差分絶対値和 SAD_{inter} と、 $intra$ 予測時の生成符号量に相当する最小の差分絶対値和 SAD_{intra} とを算出して大小比較を行い、より差分絶対値和 SAD が小さい側の符号化方式を選択して圧縮符号化するようになっている。

【0018】

ところで、 $intra$ 予測時の生成符号量に相当する最小の差分絶対値和 SAD_{intra} を得るには、例えば $intra\ 4 \times 4\ mode$ であれば、 $mode\ 0 \sim mode\ 8$ の計9種類の予測方法にて各 $mode$ の予測ブロック値を算出する必要があり、こうした点が演算量の増大を招致する一因となっている。なお、従来技術として説明したH.264規格による符号化技術については、例えば非特許文献1に開示されている。

20

【0019】

【非特許文献1】Iain E.G.Richardson著、「H.264 and MPEG-4 Video Compression: Video Coding for Next generation Multimedia」、John Wiley & Sons社、2003年12月(初版第1版)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0020】

上述したフレーム内符号化又はフレーム間符号化を選択的に用いて動画圧縮する動画像符号化装置には、次のような問題がある。

30

(a) 例えばシーンチェンジ時や、動きベクトルが正しく検出されない時あるいはフラッシュ等により輝度変化が大きい時などのように参照画像に対して入力画像の変化が著しい場合を除けば、フレーム内符号化が選択されることはほとんど無い。この為、膨大な演算量の $intra$ 予測処理(図14参照)が無駄になってしまうという問題がある。

【0021】

(b) 人間の視覚特性を考慮せず、生成符号量の大小比較だけでフレーム内符号化/フレーム間符号化のいずれかを一意的に選択する符号化判定を行うので、高速探索アルゴリズムを用いた動きベクトル探索時にローカルミニマムに陥って量子化誤差伝搬が生じた場合や、量子化値を大きくした低ビットレートの符号化の際にはノイズが目立つ画像に成り易く、画質低下を招致する虞がある。

40

【0022】

そこで本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、無駄な演算を行わず、人間の視覚特性を考慮して高速に符号化モードを判定でき、しかもローカルミニマムに陥った場合の量子化誤差伝搬を素速く断ち切り画質低下を回避することができる動画像符号化装置および動画像符号化処理プログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0023】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、フレーム内符号化又はフレーム

50

間符号化のいずれかを選択して動画圧縮する動画像符号化装置において、符号化するマクロブロック画像の量子化誤差を代替する第1パラメタ - を算出する第1パラメタ - 算出手段と、前記マクロブロック画像の平坦度を表す第2パラメタ - を算出する第2パラメタ - 算出手段と、前記マクロブロック画像の動きベクトルの大きさを考慮した第3パラメタ - を算出する第3パラメタ - 算出手段と、前記第2パラメタ - と前記第3パラメタ - の積よりも前記第1パラメタ - が大きい場合にフレーム内符号化を選択する第1の符号化判定手段とを具備することを特徴とする。

【0031】

請求項7に記載の発明では、フレーム内符号化又はフレーム間符号化のいずれかを選択して動画圧縮する動画像符号化プログラムにおいて、符号化するマクロブロック画像の量子化誤差を代替する第1パラメタ - を算出する第1パラメタ - 算出処理と、前記マクロブロック画像の平坦度を表す第2パラメタ - を算出する第2パラメタ - 算出処理と、前記マクロブロック画像の動きベクトルの大きさを考慮した第3パラメタ - を算出する第3パラメタ - 算出処理と、前記第2パラメタ - と前記第3パラメタ - の積よりも前記第1パラメタ - が大きい場合にフレーム内符号化を選択する第1の符号化判定処理とをコンピュータで実行させることを特徴とする。

【発明の効果】

【0039】

請求項1、7に記載の発明によれば、符号化するマクロブロック画像をフレーム間符号化する際に、マクロブロック画像の量子化誤差を代替する第1パラメタ - とマクロブロック画像の平坦度を表す第2パラメタ - とマクロブロック画像の動きベクトルの大きさを考慮した第3パラメタ - を算出し、第2パラメタ - と第3パラメタ - の積よりも第1パラメタ - が大きい場合にフレーム内符号化を選択するので、従来、使用頻度が低いにもかかわらず、符号化判定の為に実行されていた、膨大な演算量のintra予測処理(図14参照)を省略でき、無駄な演算を行わず、人間の視覚特性を考慮して高速に符号化モードを判定することができる。

また、視覚的に目立つノイズがあると、即座にフレーム内符号化を選択するので、ローカルミニマムに陥った場合の量子化誤差伝搬を素速く断ち切り画質低下を回避することもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0046】

A. 発明の概要

人間の視覚特性は、空間的視覚特性と時間的視覚特性とに大別される。空間的視覚特性は、画像の平坦な部分では解像度より階調の感度が高く、平坦でない部分では逆に階調より解像度の感度が高いことが知られている。したがって、動画を静止画の連続として捉えると、空間的視覚特性を考慮する必要が生じる。

ところで、符号化の際に発生する量子化誤差は、逆DCTされた後に予測画像に加算されて最終的に復号画像の画素毎に生じる。符号化・復号の過程で生じる画素毎の差分値をブロック単位で合算すれば、そのブロックで生じるノイズ量となる。

【0047】

上述したように、画像の平坦な部分では解像度より階調の感度が高くなる為、ノイズ量が同程度のブロック同士を比較した場合、画像が平坦であるほど視覚的に目立つノイズとなる。具体的には、例えば「人の肌」、「空」あるいは「地面」などの平坦な部分ではノイズは目立つが、「観客席」や「森」などの平坦でない部分のノイズは目立たない。したがって、ブロック単位でノイズ量と平坦度とを検出すれば、そのブロックで生じるノイズが視覚的に目立つものであるか否かを推定できる。

【0048】

このような知見に基づき、本発明では、符号化しようとする現マクロブロックに、視覚的に目立つノイズが存在するか否かを判断し、視覚的に目立つノイズが存在する場合のみフレーム内符号化を行う。こうしたことにより、無駄な演算を行わず、人間の視覚特性

10

20

30

40

50

を考慮して高速に符号化モードを判定し得るようになる。また、後述するように、ローカルミニマムに陥った場合の量子化誤差伝搬を素速く断ち切り画質低下を回避することも可能になる。

【0049】

B. 第1実施形態

(1) 構成

次に、図1を参照して本発明の第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態による動画像符号化装置の概略構成を示すブロック図である。この図に示す動画像符号化装置において、図9に図示した従来例と共通する構成要素には同一の番号を付し、その説明を省略する。

10

図1に示す動画像符号化装置が図9の従来例と相違する点は、平坦度算出部30およびノイズ算出部40とを新たに設ける一方、平坦度算出部30およびノイズ算出部40の各出力に応じて判定部21がフレーム内符号化あるいはフレーム間符号化のいずれかを選択することにある。

【0050】

平坦度算出部30は、符号化対象として入力されるブロック画像（現マクロブロック）に周知のアダマール変換を施して平坦度を算出する。具体的には、 16×16 画素の現マクロブロックを16分割した 4×4 画素のブロック毎にアダマール変換して得られるアダマール係数の高調波成分係数の絶対和値を、ブロック毎の平坦度 $flat(0) \sim flat(15)$ として求め、さらにこれらサブブロック毎の平坦度 $flat(0) \sim flat(15)$ の総和から現マクロブロックの平坦度 $Flat$ を得る。

20

【0051】

なお、 4×4 画素のブロック単位で平坦度 $flat$ を算出するようにしたのは、下記1)～3)の理由による。

1) 16×16 画素のマクロブロックについてアダマール変換を行うより 4×4 画素のブロックについて16回のアダマール変換を行う方が演算量が圧倒的に少なく処理的に有利であること。

2) 4×4 画素のアダマール変換は、 16×16 画素のアダマール変換に比べて矩形波分解能が $1/4$ に落ちるものの、本発明が意図する平坦度評価には十分な分解能が得られること。

30

3) H.264規格の直交変換には、 4×4 画素のサブブロックに対して整数DCTが用いられている為、サブブロックの画素値を一時記憶する計算用バッファを平坦度算出にも共用できること。

【0052】

ノイズ算出部40は、画素値に重畳される量子化誤差を抽出してブロック毎のノイズ $Noise(0) \sim (15)$ を生成する。画素毎の量子化誤差は、現ブロックの画素値 $Org(i, j)$ と参照画像（動き補償されたローカル復号画像）の画素値 $ref(i, j)$ との差分値 $An(i, j)$ と、それをローカル復号した後の差分値 $A'n(i, j)$ との差分 $Zn(i, j)$ から求められる。差分 $Zn(i, j)$ の絶対値和が 4×4 画素のブロック毎のノイズ $Noise(0) \sim (15)$ となる。

40

【0053】

判定部21では、量子化誤差総量 $Noise$ （ノイズ $Noise(0) \sim (15)$ の総和）の代用として、 $inter$ 予測時の動きベクトル探索で得られる最小の差分絶対値和 $minSAD$ （以下、 $minSAD$ 値と略記する）を用いて誤差状況判定し、この誤差状況判定の結果に応じて第1または第2の符号化判定を行う。

誤差状況判定とは、符号化対象とされる現マクロブロックの $minSAD$ 値が閾値 $TH1$ （後述する）より大きいか否かを判定するものである。この誤差状況判定で $minSAD$ 値が閾値 $TH1$ より小さければ、第1の符号化判定（後述する）を行い、一方、 $minSAD$ 値が閾値 $TH1$ より大きければ、第2の符号化判定（後述する）を行う。

【0054】

50

ところで、量子化誤差総量 $Noise$ を $min SAD$ 値で代用できる理由について図 2 を参照して説明する。図 2 は、放送画像などの一般的な画像において、 16×16 画素のマクロブロック単位で得た $min SAD$ 値 (x 軸) と量子化誤差総量 $Noise$ (y 軸) との関係を図示するグラフである。

このグラフから判るように、 $min SAD$ 値は一次関数 $K1$ を境とし、常に量子化誤差総量 $Noise$ を上回る値を取る。このため、量子化誤差総量 $Noise$ を $min SAD$ 値で代用しても実際の量子化誤差を見逃す虞がなく、大まかな誤差判定には十分耐え得ることが判る。また、量子化誤差総量 $Noise$ を $min SAD$ 値で代用することで演算量増大も回避できる。

【0055】

10

判定部 21 の誤差状況判定によって量子化誤差 ($min SAD$ 値) が小さいと判断されたとしても、マクロブロックの一部画素に視覚的に目立つノイズが存在し、それ以外の他の画素の量子化誤差が少ない状態であれば、平均化されている可能性が残る。

そこで、判定部 21 では、マクロブロックを 16 分割した 4×4 画素のブロック単位で抽出される「ノイズ $Noise$ 」と「平坦度 $flat$ 」とを勘案した第 1 の符号化判定を行う。その詳細については追って述べるが、第 1 の符号化判定では、「ノイズ $Noise$ 」と「平坦度 $flat$ 」とから人間が視覚的に判別できるノイズの有無を判断し、視覚的に判別できるノイズが存在する場合にフレーム内符号化を選択するようになっている。

【0056】

一方、誤差状況判定にて量子化誤差 ($min SAD$ 値) が大きいと判断された場合には、一部の画素だけでなくマクロブロック全体に量子化誤差が生じている可能性がある。そこで、判定部 21 では、 16×16 画素のマクロブロック単位で「 $min SAD$ 値」、「平坦度 $flat$ 」および「動きベクトル」を勘案した第 2 の符号化判定を行う。

20

【0057】

ここで、図 3 を参照して第 2 の符号化判定の概要について説明する。図 3 は、視覚的に目立つノイズが有るマクロブロック (グラフ中の黒四角印) の平坦度 $flat$ および $min SAD$ 値、視覚的に目立つノイズが無いマクロブロック (グラフ中の白丸印) の平坦度 $flat$ および $min SAD$ 値をそれぞれプロットしたグラフである。

この図に示すグラフから判るように、 $min SAD$ 値が「600」程度の直線 A 以上の領域では、直線 B で示される一次近似関数を用いて視覚的に目立つノイズが出る領域であるか否かを判別することが可能になる。なお、直線 A の値とは、上述した誤差状況判定に用いる閾値 $TH1$ に相当する。

30

【0058】

したがって、第 2 の符号化判定では、現マクロブロックの平坦度 $flat$ および $min SAD$ 値が直線 B の上側の領域 (視覚的に目立つノイズが出る領域) にあるかどうかを判断し、直線 B の上側の領域にある場合にフレーム内符号化を選択する。

ところで、物体の移動もしくはカメラパン等により動きベクトルが大きいと、現マクロブロックがぼけた画像になり、その場合、量子化誤差は視覚的に目立たないノイズとなるにもかかわらず $min SAD$ 値が大きくなる傾向がある。

【0059】

40

そこで、第 2 の符号化判定では、上述した判定内容を現マクロブロックの動きベクトル (u, v) に応じて適応変化させる必要があることから、結局、次式 [1] に基づきフレーム内符号化を行うか否かが判断される。

$$min SAD > (1 + a \times f(mv)) \times k \times Flat \quad \dots [1]$$

なお、[1] 式において、係数 a は動きベクトルの寄与分を調整する定数、係数 k は上述した直線 B の傾きに相当する定数である。関数 $f(mv)$ は現マクロブロックの動きベクトル (u, v) の大きさ ($u^2 + v^2$) である。

【0060】

(2) 動作

次に、図 4 ~ 図 5 を参照して上記構成による第 1 実施形態の符号化判定動作を説明する。

50

【 0 0 6 1 】

< 符号化判定処理の動作 >

図 4 は、ブロック画像入力毎に実行される符号化判定処理の動作を示すフローチャートである。ブロック画像入力に応じて本処理が実行されると、先ずステップ S A 1 において装置各部をイニシャライズした後、ステップ S A 2 に進み、フレーム間予測符号化時の生成符号量を推定する *i n t e r* 予測処理を実行する。この *i n t e r* 予測処理は、図 1 1 に図示した従来例と同一であり、 16×16 画素の現マクロブロックを 16 分割した 4×4 画素のブロックの全てについて動きベクトルを探索する M V サーチ処理を行い、ブロック毎の *m i n S A D* 値を得る。

【 0 0 6 2 】

続いて、ステップ S A 3 では、フレーム間符号化（整数 D C T、量子化、逆量子化および逆整数 D C T）を行う *i n t e r* D & Q 処理を実行する。そして、ステップ S A 4 では、上記ステップ S A 2 の *i n t e r* 予測処理にて得られる *m i n S A D* 値が閾値 T H 1 を超えるか否か、つまり前述の誤差状況判定を実行する。

【 0 0 6 3 】

そして、誤差状況判定にて量子化誤差が小さいと判断された場合には、判断結果が「N O」になり、ステップ S A 5 に進む。ステップ S A 5 では、フラグ *I N T R A _ F L G*（後述する）が「1」か否かを判断する。フラグ *I N T R A _ F L G* とは、*i n t e r* D & Q 処理（後述する）にて生成されるフラグであり、視覚的に判別できるノイズが現マクロブロックに存在する場合に「1」がセットされる。したがって、このステップ S A 5 は、

【 0 0 6 4 】

視覚的に判別できるノイズが現マクロブロックに存在していると、フラグ *I N T R A _ F L G* に「1」がセットされる為、ステップ S A 5 の判断結果は「Y E S」となり、ステップ S A 7 に進み、フレーム内符号化を行う *i n t r a* D & Q 処理を実行する。これに対し、視覚的に判別できるノイズが現マクロブロックに存在していなければ、フラグ *I N T R A _ F L G* には「1」がセットされず、ステップ S A 5 の判断結果は「N O」となり、本処理を完了させる。

【 0 0 6 5 】

一方、上記ステップ S A 4 の誤差状況判定において、量子化誤差が大きいと判断された場合には、判断結果が「Y E S」になり、ステップ S A 6 に進む。ステップ S A 6 では、前述した [1] 式で表される判定条件に基づき第 2 の符号化判定を行う。つまり、動きベクトルの大きさを考慮した上で視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在するかどうかを判断する。視覚的に目立つノイズが有ると、判断結果は「Y E S」となり、ステップ S A 7 に進み、*i n t r a* D & Q 処理を実行する。一方、視覚的に目立つノイズが無ければ、判断結果は「N O」となり、本処理を完了させる。

【 0 0 6 6 】

< *i n t e r* D & Q 処理の動作 >

次に、図 5 を参照して *i n t e r* D & Q 処理の動作を説明する。上述したステップ S A 3（図 4 参照）を介して本処理が実行されると、図 5 に図示するステップ S B 1 に進み、 16×16 画素の現マクロブロックを 16 分割した 4×4 画素のブロックの全てについて処理し終えたかどうかを判断する。全てのブロックについて処理し終わると、判断結果は「Y E S」となり、本処理を完了させるが、そうでなければ、判断結果が「N O」になり、ステップ S B 2 に進む。ステップ S B 2 では、各ブロック毎にアダマール変換して得られるアダマール係数の高調波成分係数の絶対和値から現ブロックの平坦度 *f l a t (n)* を算出する。

【 0 0 6 7 】

次いで、ステップ S B 3 ~ S B 7 では、現ブロックの画素値 *O r g (i , j)* からフレーム間予測ブロック値（参照画像の画素値）*r e f (i , j)* を減算して生成される予測誤差信号（差分値 *A n (i , j)*）に変換処理（整数 D C T）、量子化処理 Q、逆量子化

10

20

30

40

50

Q^{-1} および逆変換処理（逆整数DCT）を施す。そして、ステップSB8では、上記の差分値 $A_n(i, j)$ と、それをローカル復号した後の差分値 $A'_n(i, j)$ との差分 $Z_n(i, j)$ から画素値に重畳される量子化誤差を抽出し、さらに差分 $Z_n(i, j)$ の絶対値和を算出して現ブロックのノイズ $Noise(n)$ を求める。また、ステップSB8では、現ブロックを構成する 4×4 画素中の量子化誤差最大値 $max_Noise(n)$ を検出する。そして、ステップSB9では、フレーム間予測ブロック値 $ref(i, j)$ を歩進させる。

【0068】

続いて、ステップSB10では、現ブロックのノイズ $Noise$ 値 (n) が閾値 $TH2$ より大きく、かつ現ブロックの平坦度 $flat(n)$ が閾値 $TH3$ より小さく、しかも量子化誤差最大値 $max_Noise(n)$ が閾値 $TH10$ より小さいかどうか、すなわち人間が視覚的に判別できるノイズの有無を判断する前述の第1の符号化判定を実行する。

人間が視覚的に判別できるノイズが存在すると、判断結果は「YES」となり、ステップSB11に進み、フラグ $INTR_FLG$ に「1」をセットした後、ステップSB1に処理を戻す。一方、人間が視覚的に判別できるノイズが存在しなければ、判断結果が「NO」になり、ステップSB1に処理を戻す。

【0069】

このように、本実施形態では、 $inter$ 予測時の動きベクトル探索で得られる min_SAD 値を、符号化対象とする現マクロブロックの量子化誤差総量 $Noise$ を表す評価値に代用し、この min_SAD 値が閾値 $TH1$ を超えるか否かで量子化誤差の大きさを大まかに判断する誤差状況判定を行う。そして、この誤差状況判定で量子化誤差が小さいと見做された場合には、現マクロブロックを16分割した 4×4 画素のブロック毎に検出した平坦度 $flat$ およびノイズ $Noise$ に基づき現マクロブロックの一部画素に視覚的に目立つノイズがあるかどうかを判断し、視覚的に目立つノイズがあれば、フレーム内符号化を選択する。一方、誤差状況判定で量子化誤差が大きいと見做された場合には、動きベクトルの大きさを考慮した上で視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在するかどうかを判断し、視覚的に目立つノイズがあれば、フレーム内符号化を選択する。

【0070】

これにより、従来では使用頻度が低いにもかかわらず、符号化判定の為に実行されていた、膨大な演算量の $intra$ 予測処理（図14参照）を省略するので、無駄な演算を行わず、人間の視覚特性を考慮して高速に符号化モードを判定することが可能になっている。

また、平坦度 $flat$ およびノイズ $Noise$ に基づき現マクロブロックに目立つノイズがあるかどうかを判断し、視覚的に目立つノイズがあれば、即座にフレーム内符号化を選択するようにしたので、ローカルミニマムに陥った場合の量子化誤差伝搬を素速く断ち切り画質低下を回避することも可能になっている。

【0071】

C. 第2実施形態

次に、図6を参照して第2実施形態による符号化判定処理の動作を説明する。上述の第1実施形態と同様、ブロック画像入力に応じて本処理が実行されると、ステップSC1にて装置各部をイニシャライズした後、ステップSC2に進み、フレーム間予測符号化時の生成符号量を推定する $inter$ 予測処理を実行し、 16×16 画素の現マクロブロックを16分割した 4×4 画素のブロック毎の min_SAD 値を得る。

【0072】

次いで、ステップSC3では、上記ステップSC2の $inter$ 予測処理にて得られる min_SAD 値が閾値 $TH1$ を超えるか否か、つまり量子化誤差が小さいかどうかを判断する誤差状況判定を行う。そして、量子化誤差が小さいと判断された場合には、判断結果が「NO」になり、ステップSC4に進む。ステップSC4では、フレーム間符号化を行いつつ、 4×4 画素のブロック毎に検出した平坦度 $flat$ およびノイズ $Noise$ に基づき現マクロブロックの一部画素に視覚的に目立つノイズがあるかどうかを判断し、視覚

10

20

30

40

50

的に目立つノイズがあれば、フラグ `INTRA_FLG` に「1」をセットする `inter D & Q` 処理（図5参照）を実行する。

【0073】

ステップSC5では、フラグ `INTRA_FLG` が「1」であるか否か、すなわち上記ステップSC4の `inter D & Q` 処理において、視覚的に目立つノイズを検出したかどうかを判断する。視覚的に目立つノイズを検出していると、判断結果は「YES」になり、ステップSC6に進み、フレーム内符号化を行う `intra D & Q` 処理を実行する。これに対し、視覚的に判別できるノイズを検出していなければ、ステップSC5の判断結果は「NO」となり、本処理を完了させる。

【0074】

一方、量子化誤差が大きいと判断された場合には、上記ステップSC3の判断結果が「YES」になり、ステップSC7に進む。ステップSC7では、第1実施形態と同様、前述の[1]式で表される判定条件に基づき、動きベクトルの大きさを考慮した上で視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在するかどうかを判断する。視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在しなければ、判断結果は「NO」になり、ステップSC8に進む。

ステップSC8では、フレーム間符号化を行う `inter D & Q` 処理（図15参照）を実行する。これに対し、視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在する場合には、上記ステップSC7の判断結果が「YES」となり、ステップSC6に進み、フレーム内符号化を行う `intra D & Q` 処理を実行して本処理を終える。

【0075】

このように、第2実施形態では、`inter` 予測時の動きベクトル探索で得られる `min SAD` 値を、符号化対象とする現マクロブロックの量子化誤差総量 `Noise` を表す評価値に代用し、この `min SAD` 値が閾値 `TH1` を超えるか否かで量子化誤差の大きさを大まかに判断する誤差状況判定を行い、これにより量子化誤差が小さいと見做された場合には、現マクロブロックを16分割した 4×4 画素のブロック毎に検出した平坦度 `flat` およびノイズ `Noise` に基づき現マクロブロックの一部画素に視覚的に目立つノイズがあるかどうかを判断する。そして、視覚的に目立つノイズがある場合にフレーム内符号化を選択する。

【0076】

一方、誤差状況判定で量子化誤差が大きいと見做された場合には、動きベクトルの大きさを考慮した上で視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在するかどうかを判断する。視覚的に目立つノイズが無ければ、フレーム間符号化を選択し、一方、視覚的に目立つノイズがあると、フレーム内符号化を選択する。

したがって、第1実施形態と同様、膨大な演算量の `intra` 予測処理（図14参照）を省略する為、無駄な演算を行わず、人間の視覚特性を考慮して高速に符号化モードを判定することが可能になっている。また、平坦度 `flat` およびノイズ `Noise` に基づき現マクロブロックに目立つノイズがあるかどうかを判断し、視覚的に目立つノイズがあれば、即座にフレーム内符号化を選択する為、ローカルミニマムに陥った場合の量子化誤差伝搬を素速く断ち切り画質低下を回避することも可能になる。

【0077】

D. 第3実施形態

次に、図7を参照して第3実施形態による符号化判定処理の動作を説明する。上述の第1実施形態と同様、ブロック画像入力に応じて本処理が実行されると、ステップSD1にて装置各部をイニシャライズした後、ステップSD2に進み、フレーム間予測符号化時の生成符号量を推定する `inter` 予測処理を実行し、 16×16 画素の現マクロブロックを16分割した 4×4 画素のブロック毎の `min SAD` 値を得る。次いで、ステップSD3では、上記ステップSD2の `inter` 予測処理にて得られる `min SAD` 値が閾値 `TH1` を超えるか否か、つまり量子化誤差が小さいかどうかを判断する誤差状況判定を行う。

。

10

20

30

40

50

【0078】

誤差状況判定で量子化誤差が小さいと判断された場合には、判断結果が「NO」になり、ステップSD4に進む。ステップSD4では、4×4画素のブロック毎にアダマール変換して得られるアダマール係数の高調波成分係数の絶対和値から現マクロブロックの平坦度Flatを算出する。次いで、ステップSD5では、算出した平坦度Flatが閾値TH3より小さいか否か、すなわち視覚的にノイズが目立つ平坦度であるかどうかを判断する。

視覚的にノイズが目立ち難い平坦度ならば、判断結果は「NO」になり、ステップSD8に進み、フレーム間符号化（整数DCT、量子化、逆量子化および逆整数DCT）を行うinter

D&Q処理（図15参照）を実行する。これに対し、視覚的にノイズが目立ち易い平坦度であると、上記ステップSD5の判断結果が「YES」になり、ステップSD6に進み、フレーム内符号化を行うintra

D&Q処理を実行する。

【0079】

一方、量子化誤差が大きいと判断された場合には、上記ステップSD3の判断結果が「YES」になり、ステップSD7に進む。ステップSD7では、第1実施形態と同様、前述の[1]式で表される判定条件に基づき、動きベクトルの大きさを考慮した上で視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在するかどうかを判断する。視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在しなければ、判断結果は「NO」になり、ステップSD8に進み、フレーム間符号化を行うinter D&Q処理（図15参照）を実行する。

これに対し、視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在する場合には、上記ステップSD7の判断結果が「YES」となり、ステップSD6に進み、フレーム内符号化を行うintra D&Q処理を実行して本処理を終える。

【0080】

このように、第3実施形態では、inter予測時の動きベクトル探索で得られるminSAD値を、符号化対象とする現マクロブロックの量子化誤差総量Noiseを表す評価値に代用し、このminSAD値が閾値TH1を超えるか否かで量子化誤差の大きさを大まかに判断する誤差状況判定を行い、これにより量子化誤差が小さいと見做された場合には、現マクロブロックの平坦度を算出し、視覚的にノイズが目立ち難い平坦度であるかどうかを判断する。

視覚的にノイズが目立ち難い場合には、フレーム間符号化を行い、視覚的にノイズが目立ち易い場合には、フレーム内符号化を行う。一方、量子化誤差が大きいと見做された場合には、動きベクトルの大きさを考慮した上で視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在するかどうかを判断し、視覚的に目立つノイズが無ければ、フレーム間符号化を選択し、一方、視覚的に目立つノイズが有ると、フレーム内符号化を選択する。

【0081】

したがって、第1実施形態と同様、膨大な演算量のintra予測処理（図14参照）を省略する為、無駄な演算を行わず、人間の視覚特性を考慮して高速に符号化モードを判定することが可能になる上、視覚的に目立つノイズがあれば、即座にフレーム内符号化を選択する為、ローカルミニマムに陥った場合の量子化誤差伝搬を素速く断ち切り画質低下を回避することも可能になる。

【0082】

E. 第4実施形態

次に、図8を参照して第4実施形態による符号化判定処理の動作を説明する。上述の第1実施形態と同様、ブロック画像入力に応じて本処理が実行されると、ステップSE1にて装置各部をイニシャライズした後、ステップSE2に進み、フレーム間予測符号化時の生成符号量を推定するinter予測処理を実行する。次いで、ステップSE3では、フレーム間符号化を行いつつ、4×4画素のブロック毎に検出した平坦度FlatおよびノイズNoiseに基づき現マクロブロックの一部画素に視覚的に目立つノイズがあるかど

10

20

30

40

50

うかを判断し、視覚的に目立つノイズがあれば、フラグINTRA_FLGに「1」をセットするinter D&Q処理(図5参照)を実行する。

【0083】

続いて、ステップSE4では、上記ステップSE3のinter D&Q処理にて得られるノイズNoiseの総和、すなわち現マクロブロックにおける量子化誤差総量 Noiseが閾値TH1を超えるか否か、つまり量子化誤差総量 Noiseが小さいかどうかを判断する。量子化誤差総量 Noiseが小さいと判断された場合には、判断結果が「NO」になり、ステップSE5に進む。ステップSE5では、フラグINTRA_FLGが「1」であるか否か、すなわち上記ステップSE3のinter D&Q処理において、視覚的に目立つノイズを検出したかどうかを判断する。視覚的に目立つノイズを検出している、判断結果は「YES」になり、ステップSE7に進み、フレーム内符号化を行うintra D&Q処理を実行する。これに対し、視覚的に判別できるノイズを検出していなければ、ステップSE5の判断結果は「NO」となり、本処理を完了させる。

10

【0084】

一方、量子化誤差総量 Noiseが大きいと判断された場合には、上記ステップSE4の判断結果が「YES」になり、ステップSE7に進む。ステップSE7では、次式[2]で表される判定条件に基づき、動きベクトルの大きさを考慮した上で視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在するかどうかを判断する。

$$\text{Noise} > (1 + a \times f(mv)) \times k \times \text{Flat} \dots [2]$$

なお、[2]式において、係数aは動きベクトルの寄与分を調整する定数、係数kは上述した直線Bの傾きに相当する定数である。関数f(mv)は現マクロブロックの動きベクトル(u, v)の大きさ(u²+v²)である。

20

【0085】

視覚的に目立つノイズが有ると、上記ステップSE6の判断結果は「YES」となり、ステップSE7に進み、フレーム内符号化を行うintra D&Q処理を実行する。一方、視覚的に目立つノイズが無ければ、判断結果は「NO」となり、本処理を完了させる。

【0086】

このように、第4実施形態では、量子化誤差総量 Noiseが閾値TH1を超えるか否かで現マクロブロックの量子化誤差の大きさを判断し、量子化誤差が小さい場合には、現マクロブロックを16分割した4×4画素のブロック毎に検出した平坦度flatおよびノイズNoiseに基づき現マクロブロックの一部画素に視覚的に目立つノイズがあるかどうかを判断する。そして、視覚的に目立つノイズがある場合にはフレーム内符号化を選択する。一方、量子化誤差が大きい場合には、動きベクトルの大きさを考慮した上で視覚的に目立つノイズが現マクロブロックに存在するかどうかを判断し、視覚的に目立つノイズが有ると、フレーム内符号化を選択する。

30

【0087】

したがって、第1実施形態と同様、膨大な演算量のintra予測処理(図14参照)を省略する為、無駄な演算を行わず、人間の視覚特性を考慮して高速に符号化モードを判定することが可能になっている。また、平坦度flatおよびノイズNoiseに基づき現マクロブロックに目立つノイズがあるかどうかを判断し、視覚的に目立つノイズがあれば、即座にフレーム内符号化を選択する為、ローカルミニマムに陥った場合の量子化誤差伝搬を素速く断ち切り画質低下を回避することも可能になる。

40

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】本発明による第1実施形態の構成を示すブロック図である。

【図2】放送画像などの一般的な画像のminSAD値(x軸)と量子化誤差総量 Noise(y軸)との対応関係を図示したグラフである。

【図3】視覚的に目立つノイズが有るマクロブロックの平坦度flat/minSAD値および視覚的に目立つノイズが無いマクロブロックの平坦度flat/minSAD値を

50

プロットしたグラフである。

【図4】第1実施形態による符号化判定処理の動作を示すフローチャートである。

【図5】第1実施形態による *i n t e r D & Q* 処理の動作を示すフローチャートである。

【図6】第2実施形態による符号化判定処理の動作を示すフローチャートである。

【図7】第3実施形態による符号化判定処理の動作を示すフローチャートである。

【図8】第4実施形態による符号化判定処理の動作を示すフローチャートである。

【図9】従来例の動画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図10】従来例の符号化判定処理の動作を示すフローチャートである。

【図11】従来例の *I n t e r* 予測処理の動作を示すフローチャートである。

【図12】従来例の *M V* サーチ処理の動作を示すフローチャートである。

10

【図13】 16×16 画素のマクロブロックと 4×4 画素のブロックとの関係を示す図である。

【図14】従来例の *I n t r a* 予測処理の動作を示すフローチャートである。

【図15】従来例の *I n t e r D & Q* 処理の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【0089】

10 減算器

11 変換 / 量子化部

12 エントロピー符号化部

13 逆量子化 / 逆変換部

20

14 加算器

15 ループフィルタ

16 フレームメモリ

17 フレーム内予測部

18 動き検出部

19 動き補償部

20 セレクタ

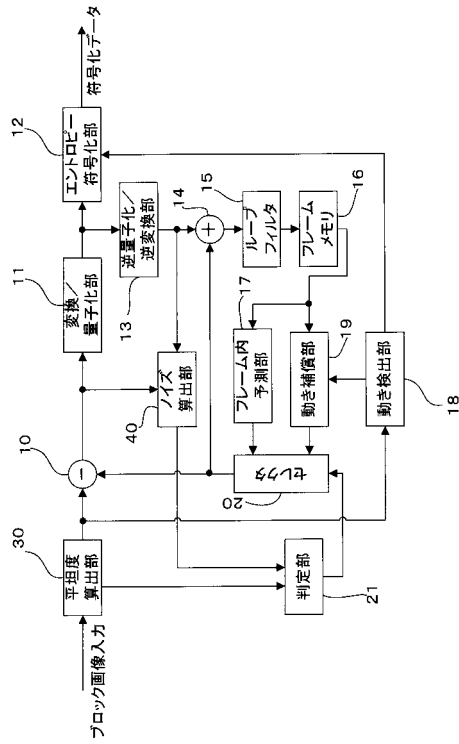
21 判定部

30 平坦度算出部

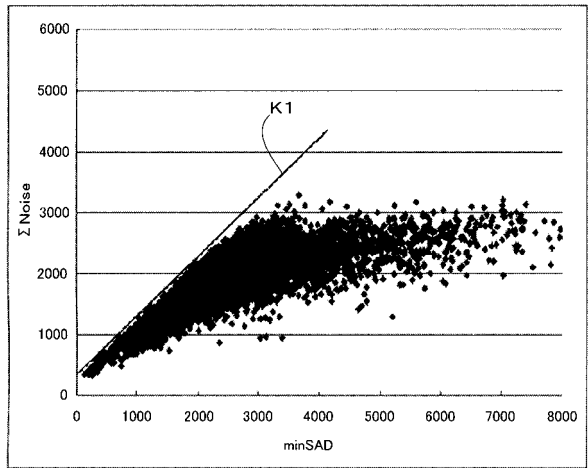
40 ノイズ算出部

30

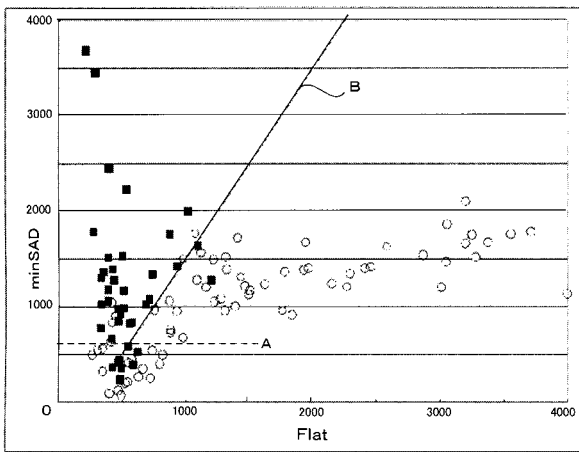
【図1】



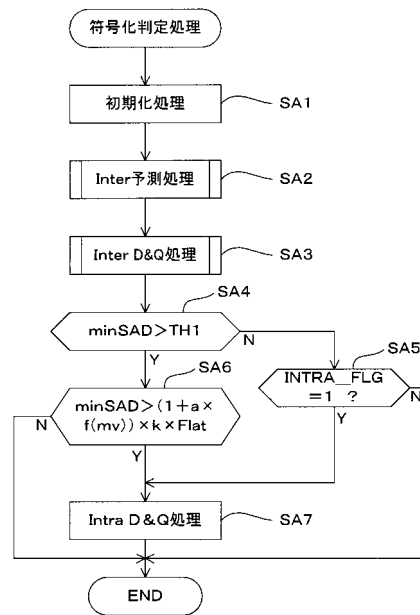
【図2】



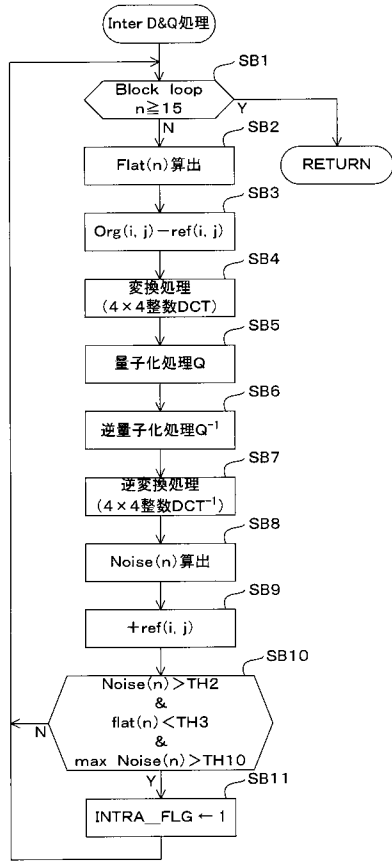
【図3】



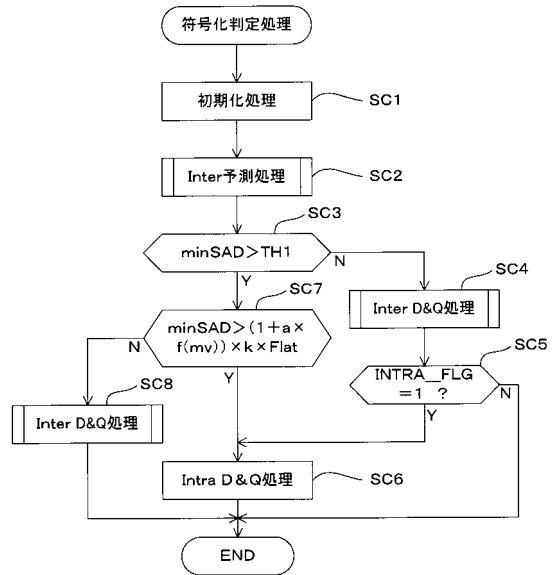
【図4】



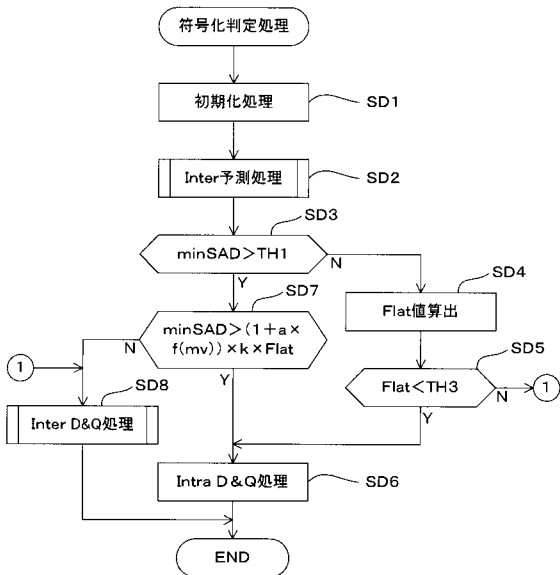
【 図 5 】



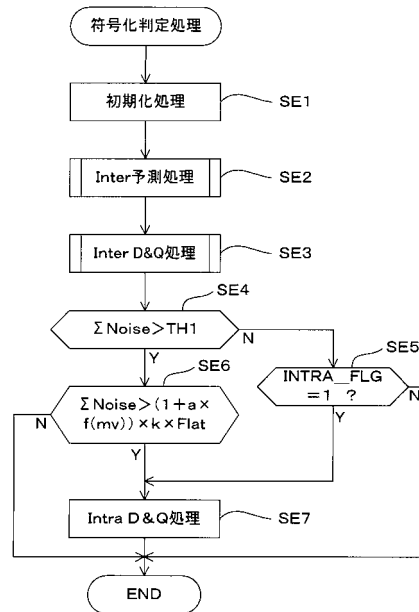
【 図 6 】



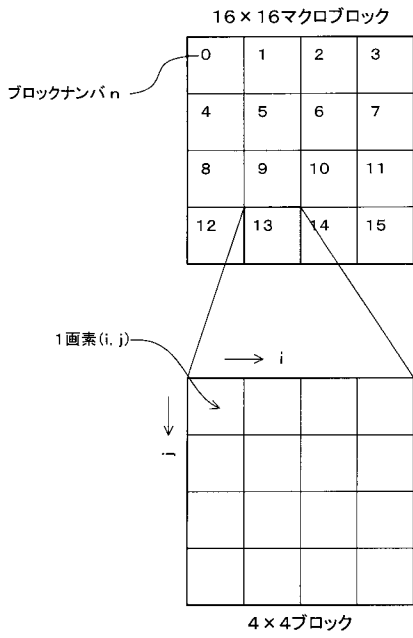
【 図 7 】



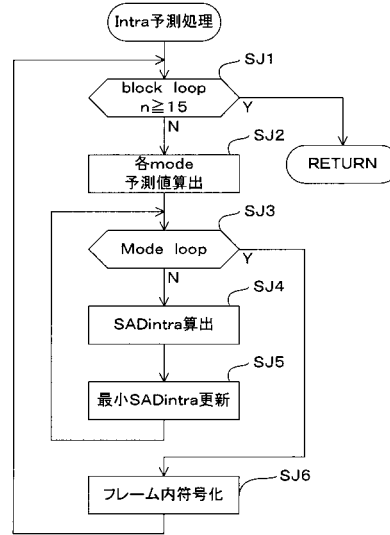
【 図 8 】



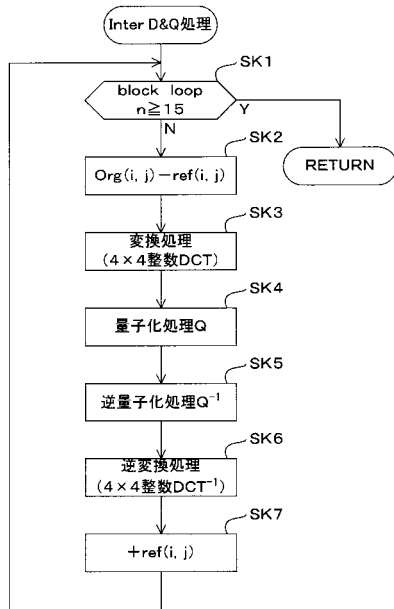
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

審査官 坂東 大五郎

- (56)参考文献 特開2000-138937(JP,A)
特開平9-214975(JP,A)
特開平9-294262(JP,A)
特開2003-37844(JP,A)
特開平10-79948(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 7/24 - 7/68