

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4334533号
(P4334533)

(45) 発行日 平成21年9月30日(2009.9.30)

(24) 登録日 平成21年7月3日(2009.7.3)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 N 7/32 (2006.01)

H O 4 N 7/137

Z

H O 4 N 7/30 (2006.01)

H O 4 N 7/133

Z

請求項の数 4 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2005-338775 (P2005-338775)
 (22) 出願日 平成17年11月24日(2005.11.24)
 (65) 公開番号 特開2007-150432 (P2007-150432A)
 (43) 公開日 平成19年6月14日(2007.6.14)
 審査請求日 平成19年2月5日(2007.2.5)

(73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動画像符号化／復号化方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画像を符号化する動画像符号化方法であって、
 ローパスフィルタ処理された画像を生成するため画像に対して動き補償付き時間方向フィルタリングを行うフィルタリングステップと、
 ローパスフィルタ処理された画像の変換係数を量子化する量子化ステップと、
 量子化変換係数を符号化する符号化ステップと、
前記量子化ステップにおける量子化の粗さを表す量子化パラメータに対して正の相関を持ち、前記動き補償付き時間方向フィルタリングにおける動き補償によって生成される動き補償残差の大きさに対して負の相関を持つように前記ローパスフィルタ処理のためのローパスフィルタの高域阻止特性を制御する制御ステップと、
 を有することを特徴とする動画像符号化方法。

【請求項 2】

受信ビットストリームの複数の画像を復号化する動画像復号化方法であって、
 ローパス合成フィルタ処理を施した画像を生成するため前記画像に対して動き補償付き時間方向合成フィルタリングを行うフィルタリングステップと、
 前記ローパス合成フィルタ処理のためのローパス合成フィルタの高域阻止特性を制御する制御ステップと、
 前記受信ビットストリームから量子化パラメータを取得するステップと、
 前記受信ビットストリームから動き補償残差を取得するステップと、

10

20

を含み、前記制御ステップは、前記量子化パラメータに対して正の相関を持ち、前記動き補償残差の大きさに対して負の相関を持つように前記ローパスフィルタの高域阻止特性を制御することを特徴とする動画像復号化方法。

【請求項 3】

複数の画像を符号化する動画像符号化装置であって、

ローパスフィルタ処理された画像を生成するため画像に対して動き補償付き時間方向フィルタリングを行うフィルタ部と、

ローパスフィルタ処理された画像の変換係数を量子化する量子化部と、

量子化変換係数を符号化する符号化部と、

前記量子化部における量子化の粗さを表す量子化パラメータに対して正の相関を持ち、前記動き補償付き時間方向フィルタリングにおける動き補償によって生成される動き補償残差の大きさに対して負の相関を持つように前記ローパスフィルタ処理のためのローパスフィルタの高域阻止特性を制御する制御部と、

を具備することを特徴とする動画像符号化装置。

【請求項 4】

受信ビットストリームの複数の画像を復号化する動画像復号化装置であって、

ローパス合成フィルタ処理を施した画像を生成するため前記画像に対して動き補償付き時間方向合成フィルタリングを行う合成フィルタ部と、

前記ローパス合成フィルタ処理のためのローパス合成フィルタの高域阻止特性を制御する制御部と、

前記受信ビットストリームから量子化パラメータを検出する量子化パラメータ検出部と

、
前記受信ビットストリームから動き補償残差を検出する動き補償残差検出部と、
を具備し、前記制御部は、前記量子化パラメータに対して正の相関を持ち、前記動き補償残差の大きさに対して負の相関を持つように前記ローパスフィルタの高域阻止特性を制御することを特徴とする動画像復号化装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、動画像符号化／復号化方法および装置に係わり、特に動き補償付きの時間方向フィルタを用いた動画像符号化／復号化方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、動き補償付きの時間方向フィルタ（MCTF：Motion Compensated Temporal Filter）を用いた動画像符号化／復号化手法が注目されている。MCTFは、1次元ウェーブレットを用いて動き補償付きの時間方向サブバンド分割を行ない、入力動画像を時間方向に対し高周波成分（予測残差フレーム）と低周波成分（平均フレーム）に分離する手法である。また、復号化側では符号化側と逆に時間方向ウェーブレット合成操作を行うことによって高周波成分と低周波成分を合成し、出力動画像を復元する。MCTFを用いた動画像符号化／復号化は、上記操作により時間的なスケーラビリティを得られるだけでなく、符号化効率という面でも有用である。

【0003】

非特許文献1では、ローパスフィルタの特性を変えることによって全体的な符号化効率を向上させるためにローパスフィルタを適用する画素を含む4×4画素ブロックにおける「対応画素の割合」と「フレームの類似度」に関する値の積を使って、ローパスフレームを求める式の重みWを決定している。

【0004】

通常のMPEG-2、H.264/AVCなどと同様にブロックベースで動き補償を行なう場合には、ブロック単位で動きベクトルが割り当てられるため、逆方向の動きベクトルを求めた場合にハイパスフィルタとローパスフィルタの間で対応画素のミスマッチが起

10

20

30

40

50

こる。この対応画素のミスマッチが符号化効率を低下させる原因となるため、ローパスフィルタを適用する 4×4 画素ブロック中でミスマッチが起こる画素が多いほどローパスフィルタ係数が小さくなるように重み付けを行なっている。

【 0 0 0 5 】

また、非特許文献 2 に開示されているハイパスフレームの動き補償残差パワーのみを用いてローパスフィルタ係数にかける重みを決定する手法や、非特許文献 3 に開示されている動き補償残差の大きさに加えてローパスフレームのアクティビティに従ってローパスフィルタ係数にかける重みを決定する手法がある。

【 0 0 0 6 】

しかし、上記一般的手法は何れも量子化の粗さに基づいてローパスフィルタの高域阻止特性を制御するものではない。

【非特許文献 1】Joint Video Team (JVT) of ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG, 14th Meeting: HongKong, CN, 17-21 January, 2005, "JVT-N020d1"

【非特許文献 2】N.Mehrseresht and D.Taubman, "Adaptively Weighted Update Steps In Motion Compensated Lifting Based Scalable Video Compression", IEEE International Conference on Image Processing 2003, vol.3, pp771-774, Sep, 2003.

【非特許文献 3】D.Maestroni, M.Tagliasacchi and S.Tubaro, "In-band Adaptive Update Step Based On Local Content Activity", Visual Communications and Image Processing 2005, July, 2005.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

上述したように、一般的技術では動き補償付きの時間方向フィルタにおけるローパスフィルタの高域阻止特性を量子化の粗さに適応して選択することができないという問題があった。また、動き補償残差及び動きベクトルに係わるローパスフィルタ係数制御を行なう制御関数内のしきい値を複数又は単数のフレーム/フィールド毎に適応的に選択することができないという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明の第 1 の形態は、複数の画像を符号化する動画像符号化方法であって、ローパスフィルタ処理された画像を生成するため画像に対して動き補償付き時間方向フィルタリングを行うフィルタリングステップと、ローパスフィルタ処理された画像の変換係数を量子化する量子化ステップと、量子化変換係数を符号化する符号化ステップと、前記動き補償付き時間方向フィルタリングにおける動き補償によって生成される動き補償残差の大きさ及び前記量子化ステップにおける量子化の粗さを表す量子化パラメータに従ってローパスフィルタ係数に付与される重みを算出するステップと、前記重みにより重み付けられた前記ローパスフィルタ係数に従って前記ローパスフィルタ処理のためのローパスフィルタの高域阻止特性を制御する制御ステップとを有し、前記制御ステップは、前記量子化パラメータに対して正の相関を持ち、前記動き補償残差の大きさに対して負の相関を持つように前記ローパスフィルタの高域阻止特性を制御することを特徴とする動画像符号化方法を提供する。

【 0 0 0 9 】

本発明の第 2 の形態は、受信ビットストリームの複数の画像を復号化する動画像復号化方法であって、ローパス合成フィルタ処理を施した画像を生成するため前記画像に対して動き補償付き時間方向合成フィルタリングを行うフィルタリングステップと、前記ローパス合成フィルタ処理のためのローパス合成フィルタの高域阻止特性を制御する制御ステップと、前記受信ビットストリームから量子化パラメータを取得するステップと、前記受信ビットストリームから動き補償残差を取得するステップとを含み、前記制御ステップは、前記量子化パラメータに対して正の相関を持ち、前記動き補償残差の大きさに対して負の相関を持つように前記ローパスフィルタの高域阻止特性を制御することを特徴とする動

10

20

30

40

50

像復号化方法を提供する。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、ローパスフィルタの高域阻止特性を量子化の粗さに基づいて制御することにより符号化効率が向上する。また、ローパスフィルタ係数制御関数におけるしきい値を複数又は単数の画像で適応的に制御することにより符号化効率が向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明は、動き補償付きの時間方向フィルタ（MCTF：Motion Compensated Temporal Filter）を用いた動画像符号化／復号化手法を採用しているが、本発明の実施形態を説明するに際してMCTFを用いた動画像符号化／復号化方法について図11を用いて説明する。

【0012】

MCTFを用いた動画像符号化は、入力動画像を所定のフレーム数のグループ（GOP：Group of Picture）を一つの単位として符号化する。GOPが8フレームの場合における時間方向サブバンド分割の概念を図11に示している。

【0013】

まず、GOP内の8枚の入力フレーム $f_1 \sim f_8$ は第1段階の時間方向サブバンド分割により高周波成分であるハイパスフレームHと、低周波成分であるローパスフレームLに分けられる。次に、レベル1のローパスフレームのみを用いてさらに時間方向サブバンド分割を行い、レベル2のハイパスフレームLHと、ローパスフレームLLに分けることができる。このように階層的に分割を行い、最終的に7枚のハイパスフレームH、LH、LLHと1枚のローパスフレームLLLに分割する。分割したハイパスフレーム、ローパスフレームは各々のフレーム毎に変換、量子化、エントロピー符号化し、ビットストリームに多重化して出力する。

【0014】

一方、上記ビットストリームを受信した復号化側は、エントロピー復号化、逆量子化、逆変換を行い1枚のローパスフレームと7枚のハイパスフレーム（それぞれ量子化誤差を含む）を復元した後、それらのフレームを基に図11のレベル3からレベル1へ階層を逆方向に辿って合成することによって出力画像を得る。

【0015】

図12を参照してハイパスフレームとローパスフレームに分割する方法および出力画像を合成する方法について詳細に説明する。図12は、フレームAとフレームBに動き補償付きの時間方向フィルタを適用した例、ここでは一般的に用いられるフィルタの一例としてHaarフィルタの例を示している。なお、本例ではハイパスフィルタとローパスフィルタを段階的に適用するリフティング操作によってフィルタ処理を行っており、図12はリフティング操作を説明する一般的な図である。

【0016】

まず、符号化側において、動き推定によりフレームAとフレームBの間の動きベクトルを生成する。

【数1】

次に、フレームAに対して生成した動きベクトルに基づいて動き補償を行なったフレーム $\hat{A}$ を生成した後、次式（1）に基づいたハイパスフレームhを生成する。ここで、x、yはフレーム内の画素の座標を表す。

$$h(x, y) = B(x, y) - 1.0 \times \hat{A}(x, y) \quad (1)$$

【0017】

生成したハイパスフレームhに対して動きベクトルの符号を逆にした逆方向動きベクトルに基づいて動き補償を行なったフレーム $\hat{h}$ を生成した後、次式（2）に基づいてローパスフレームlを求める。

【数 2】

$$l(x, y) = A(x, y) + 0.5 \times \hat{h}(x, y) \quad (2)$$

【0018】

式(1)(2)から分かるように、動き補償を無視して考えるならば、ハイパスフレーム h はフレーム A とフレーム B の予測残差を表し、ローパスフレーム l はフレーム A とフレーム B の平均を表している。また、復号化側では符号化側と逆の操作で出力画像を得ることができる。復号化側でハイパスフレーム h' 、ローパスフレーム l' (h 、 l において量子化誤差を含んだもの) を用いてフレーム A' とフレーム B' を復元する式を次式(3)(4)に示す。

10

【数 3】

$$A'(x, y) = l'(x, y) - 0.5 \times \hat{h}'(x, y) \quad (3)$$

【0019】

【数 4】

$$B'(x, y) = h'(x, y) + 1.0 \times \hat{A}'(x, y) \quad (4)$$

【0020】

上記のように、MCTFを用いた動画像符号化では、複数フレームを平均化したローパスフレーム l を生成している点が通常の符号化方式である MPEG-2 や H.264/AVC などと大きく異なり、例えば図13に示したような、時間的にランダムなノイズ(例えば映画のフィルムグレインノイズなど)を含むシーケンスの場合には、時間的ノイズを予測残差成分として抽出したハイパスフレームと、複数フレームを平均化することによって時間的ノイズを低減したローパスフレームを別々に符号化することによって高い符号化効率を得ることができる。

20

【0021】

また、上述した一般的なMCTFを用いた動画像符号化に対し、ローパスフィルタの特性を変えることによって全体的な符号化効率が向上することがいくつか報告されている。ローパスフィルタをかけることによって例えば Haar フィルタを用いた場合には、式(2)をローパスフィルタ係数にかける重み W ($0 \leq W \leq 1$) を用いて次式(5)のように変更できる。

30

【数 5】

$$l(x, y) = A(x, y) + W \times 0.5 \times \hat{h}(x, y) \quad (5)$$

【0022】

図14に量子化の粗さを表す量子化パラメータ QP が 20 と 32 の場合を例として、動き補償残差の大きさに基づいてローパスフィルタ係数にかかる重み W を変化させた場合のビットレートと PSNR の関係をそれぞれローパスフィルタ係数にかかる重みが 0 のときを基準としてプロットしたグラフを示す。図14より、量子化パラメータ QP の違いによって最適点は異なり、量子化パラメータ QP とローパスフィルタ係数にかかる最適な重み W との間には正の相関があることが分かる。

40

【0023】

以下、本発明の実施形態について図を参照して説明する。

【0024】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係わる動画像符号化装置を示すブロック図である。

【0025】

図1に示す動画像符号化装置 100 は、フレームバッファ 101、動き補償時間フィルタ部 102、ローパスフィルタ係数制御部 103、ローパスフィルタ部 104、ハイパスフィルタ部 105、動き推定部 106、変換・量子化部 107、エントロピー符号化部 1

50

08を有し、符号化制御部110によって制御される。この符号化制御部110は、例えばハイパスフレームおよびローパスフレームにおける量子化パラメータ制御等を行い、符号化全体の制御を行なう。

【0026】

フレームバッファ101は、入力動画像から符号化する1GOP分のフレームを取り込み記憶する、または動き補償時間フィルタ部102で生成されたローパスフレームをさらに時間方向の高周波成分と低周波成分に分割する場合に、生成されたローパスフレームを取り込み格納する。

【0027】

動き推定部106は、フレームバッファ101に格納されたフレームと参照画像を用いて、動き補償時間フィルタ部102内のハイパスフィルタ部105で予測残差信号を生成するために動き推定を行い、動きベクトルを生成する。動き補償時間フィルタ部102は、ローパスフィルタ係数制御部103、ローパスフィルタ部104、ハイパスフィルタ部105を有し、フレームバッファ101から取得したフレームに対し、動き推定部106で生成した動きベクトルを用いて動き補償付きの時間方向フィルタを適用し、ハイパスフレームとローパスフレームを生成する処理を行なう。生成されたハイパスフレームは変換・量子化部107へ送られる。また、ローパスフレームは再び動き補償時間フィルタを適用し時間分割するためフレームバッファ101へ送られるか、或いは、これ以上時間分割しない場合は変換・量子化部107へ送られる。

【0028】

ハイパスフィルタ部105は、フレームバッファ101から取得したフレームに対し、動き推定部106で生成した動きベクトルを用いて動き補償を行い、所定のハイパスフィルタ係数を用いてフィルタリングを行うことによって予測残差信号であるハイパスフレームを生成する。ローパスフィルタ部104は、取得したフレームに対して逆方向動きベクトルを用いて動き補償を行ない、ローパスフィルタ係数制御部103で決定されたローパスフィルタ係数を用いてローパスフレームを生成する。ローパスフィルタ係数制御部103は、動き補償残差及び動きベクトルに加え、符号化制御部110から量子化パラメータ或いはしきい値を取得し、それらに基づいてローパスフィルタの高域阻止特性を制御し、また、しきい値を複数又は単数のフレーム/フィールド毎にエントロピー符号化部108へ出力する。

【0029】

変換・量子化部107は、動き補償時間フィルタ部102から取得したフレームに対し、変換（例えば離散コサイン変換）を行い、算出した変換係数を決められた量子化パラメータに基づいて量子化し、量子化した変換係数をエントロピー符号化部108へ出力する。エントロピー符号化部108は、変換・量子化部107から取得した量子化後の変換係数、動き推定部106で生成した動きベクトル、予測モード、量子化パラメータ、しきい値等の情報を符号化し、ビットストリームに多重化して出力する。ここで、ビットストリームに多重化する情報は、必ずしもエントロピー符号化する必要はない。

【0030】

上記構成を有する動画像符号化装置100において、本発明に係わるローパスフィルタ係数制御部103及びローパスフィルタ部104で実行される処理を図2のフローチャートを参照して説明する。

【0031】

ここでは、各4×4画素ブロックにおけるローパスフィルタ係数にかかる重みWを決定し、それに従って時間方向ローパスフィルタを適用する処理を示す。なお、ローパスフィルタ係数にかかる重みWは、次式(6)(7)により求められる。

【数6】

$$W = \{\max(0, \min(8, N - TH_1)) \times \max(0, \min(16, TH_2 - E))\} / 128 \quad (6)$$

【0032】

【数 7】

$$E = (128 + \sum_{x,y \in b} h(x,y)^2) / 256 \quad (7)$$

【 0 0 3 3 】

ここで、式 (6) の $\max(0, \min(8, N - TH_1))$ は「対応画素の割合」に関する重みを表し、0 から 8 の値をとる。N は 4×4 画素ブロック中の「対応画素数」で 0 から 16 の範囲の整数値をとる。また、数 6 式の $\max(0, \min(16, TH_2 - E))$ は「フレームの類似度」に関する重みを表し、0 から 16 の値をとる。「フレームの類似度」は動き推定がどれだけ正しく動きを表現できているかを動き補償残差のパワーを用いて評価しており、E の値に基づいて決められる。E は式 (7) で表され、ハイパスフレームにおける画素ブロック b (ここでは 4×4 画素ブロックを用いているので 16 画素) 中の各画素の動き補償残差パワーの和に基づいて決定される。動き推定の正確さが十分でない場合などは動き補償残差が大きくなり、それを用いてローパスフィルタを適用するとローパスフレームの符号化効率が著しく低下することから、動き補償残差のパワーが大きい画素ブロックではローパスフィルタ係数が小さくなるように重み付けを行なっている。

10

【 0 0 3 4 】

まず、ローパスフィルタを適用するフレーム A および参照するハイパスフレーム h が入力されてローパスフィルタリング処理が開始される (ステップ S 2 0 0)。ここで、フレーム A は入力画像或いは動き補償時間フィルタによって生成されたローパスフレームである。

20

【 0 0 3 5 】

次に、動き推定部 1 0 6 で生成した動きベクトルの符号を反転し、符号反転動きベクトルをフレーム A の各ブロックに割り当てることによりローパスフィルタ用の逆方向動きベクトルを取得する (ステップ S 2 0 1)。ステップ S 2 0 1 で求めた逆方向動きベクトルに基づいて、フレーム A 内の各々のブロック毎に対応画素数 N を検出する (ステップ S 2 0 2)。この逆方向動きベクトルを用いてハイパスフレーム h に動き補償を適用する (ステップ S 2 0 3)。

【 0 0 3 6 】

フレーム A の各ブロックに対応する動き補償後のハイパスフレーム h^* における動き補償残差の大きさ E を式 (7) に基づいて計算する (ステップ S 2 0 4)。対応画素数 N に関するしきい値 TH_1 を式 (6) にセットする (ステップ S 2 0 5)。ここで、 TH_1 は 0 から 15 の範囲の整数値をとる。例えば初期値として 0 をセットするか、一般的手法と同様に 8 をセットしても良い。

30

【 0 0 3 7 】

符号化制御部 1 1 0 から量子化パラメータ Q P を取得する (ステップ S 2 0 6)。量子化パラメータ Q P は量子化の粗さを表し、ここでは通常の符号化方式 H . 2 6 4 / A V C と同様に 0 から 5 1 までの値をとる。取得する Q P は、例えば、何らかの予測によって求められる Q P であっても良く、或いは、参照するハイパスフレーム h を量子化する際の Q P であっても良い。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 2 0 6 で取得した Q P に基づいて、予め定められたテーブルを参照し、E に関するしきい値である式 (6) における TH_2 を取得する (ステップ S 2 0 7)。ここで用いる参照テーブルの例が図 3 に示されている。図 3 のテーブルにおいて、例えば Q P の 0 . . . 3 は Q P が 0 から 3 までの値 (0 、 1 、 2 、 3) であることを示している。Q P に対応して TH_2 が示され、Q P : 0 . . . 3 に対応する TH_2 は 1 2 であることを示している。

40

【 0 0 3 9 】

上記のように取得した TH_2 を式 (6) にセットする (ステップ S 2 0 8)。ステップ S 2 0 5、ステップ S 2 0 8 でセットしたしきい値 TH_1 、 TH_2 によって決められた式 (6) に従って、ローパスフィルタ係数にかかる重み W を算出する (ステップ S 2 0 9)

50

。このステップS 2 0 9でフレームAの全てのブロックに対して重みWを求めた後、フレームAの全ての画素でローパスフィルタを適用し(ステップS 2 1 0)、ローパスフレームを生成する(ステップS 2 1 1)。

【0040】

ステップS 2 1 2では、ステップS 2 1 1で出力したローパスフレームが最適なものであるかを評価する。評価手法は、例えば、全ての TH_1 (0から15の整数値)についてステップS 2 0 5からステップS 2 1 1の処理を行い、ローパスフレームの符号量と歪みによって計算される次式(8)のコスト関数を用いて評価し、最適な TH_1 を選択しても良い。

【数8】

$$Cost = D + \lambda \times R \quad (8)$$

$$\text{但し、} \lambda = 0.85 \times 2^{(QP-12)/3}$$

【0041】

ここでDは歪みを表し、Rは符号量を表している。このようにして得られた符号化コストに基づいてコストが最小になるような TH_1 を選択する。最適な TH_1 が決定したならば、 TH_1 をエントロピー符号化部108へ送る(ステップS 2 1 3)。

【0042】

しきい値 TH_1 の符号化方法について説明する。図4～図6に本実施の形態で画像毎、例えばフレーム毎又はフィールド毎に決定されるしきい値 TH_1 を符号化し、ビットストリームに多重化する際のシンタクス情報を示す。図4のシーケンスヘッダ内に示されるex_lowpass_filter_in_pic_flagは、しきい値 TH_1 をフレーム毎に符号化するかどうかを示すフラグであり、このフラグが1の場合、しきい値 TH_1 はフレーム毎に変更することができる。一方、ex_lowpass_filter_in_slice_flagは、しきい値 TH_1 をフィールド毎に符号化するかどうかを示すフラグであり、このフラグが1の場合、しきい値 TH_1 はフィールド毎に変更することができる。図4で示されるex_lowpass_filter_in_pic_flagが1の場合、図5のピクチャヘッダ内でpic_lowpass_filter_thresholdが符号化される。同様に、図4で示されるex_lowpass_filter_in_slice_flagが1の場合、図6のスライスヘッダ内でslice_lowpass_filter_thresholdが符号化される。

【0043】

ステップS 2 0 0からステップS 2 1 3の処理は、ステップS 2 1 2による最適化処理を行わずにステップS 2 0 5で所定のしきい値 TH_1 (例えば、一般的手法の8)を用いても良く、その場合はステップS 2 1 3でしきい値をエントロピー符号化部108へ送る必要はなくなる。また、ステップS 2 0 6及びステップS 2 0 7の処理を行わず、しきい値 TH_2 に基づいてステップS 2 1 2で最適化処理を行なうことによって TH_2 を決定しても良く、その場合はステップS 2 1 3で TH_2 をエントロピー符号化部108へ送る。

【0044】

このように、第1の実施形態に係わる動画像符号化装置によれば、しきい値 TH_1 および量子化パラメータによって決定されるしきい値 TH_2 に基づいてローパスフィルタの高域阻止特性をフレーム又はフィールド毎に適応的に選択することにより、符号化効率を向上させることが可能となる。

【0045】

(第2の実施形態)

図7は、本発明の第2の実施形態を示すブロック図である。本実施の形態では、第1の実施形態における動き補償時間フィルタリングの時間方向ローパスフィルタを通常の動画像符号化方式(例えばH.264/AVC)の前処理として実行する装置構成となっている。

【0046】

図7における動き推定部106、動き補償時間フィルタ部102、ローパスフィルタ係

10

20

30

40

50

数制御部 103、ローパスフィルタ部 104、ハイパスフィルタ部 105、動き推定部 106 は第 1 の実施形態と同様の構成要素であり、ローパスフィルタ係数制御部 103、ローパスフィルタ部 104 における処理は図 2 のフローチャートで示しているものと同様であるため、ここではその説明を省略する。

【0047】

フレームバッファ 701 は、入力動画像から符号化する 1 GOP 分のフレームを取得するか、又は、動き補償時間フィルタ部 102 で生成されたローパスフレームを取得する。動画像符号化装置 700 は、フレームバッファ 701 から取得する、動き補償時間フィルタ部 102 で時間方向ローパスフィルタを適用した後の 1 GOP 分のフレームを符号化する。

10

【0048】

動き補償部 702 は、動き推定部 703 で生成した動きベクトルに従って、後述する参照フレームバッファ 706 に格納されているフレームを用いて動き補償を行なう。動き推定部 703 は、フレームバッファ 701 に格納されているフレームにおいて動き推定を実行し、動きベクトルを検出する。

【0049】

変換・量子化部 704 は、取得した予測残差信号に対し、変換（例えば離散コサイン変換）を行い、算出した変換係数に対して符号化制御部 710 で決められた量子化パラメータに基づいて量子化し、量子化した変換係数をエントロピー符号化部 707 へ出力する。

【0050】

20

逆変換・逆量子化部 705 は、変換・量子化部 704 で変換、量子化した予測残差信号を逆変換、逆量子化する。参照フレームバッファ 706 は、逆量子化、逆変換後の予測残差信号を基に復元したフレームを参照フレームとして格納する。

【0051】

エントロピー符号化部 707 は、変換・量子化部 704 から取得する量子化後の変換係数、動き推定部 703 で生成する動きベクトル、予測モード、量子化パラメータ、しきい値等の情報を符号化し、ビットストリームに多重化して出力する。ここで、ビットストリームに多重化する情報は、必ずしもエントロピー符号化する必要はない。

【0052】

上記構成要素によって、動画像符号化装置 700 は、第 1 の実施形態で示した動き補償時間フィルタリングの時間方向ローパスフィルタを前処理として適用したフレームに対して、例えば MPEG-2、H.264/AVC のような動画像符号化装置におけるようなローカルデコード画像を生成する処理を有する通常の動画像符号化を行なう。また、動き補償時間フィルタリングで用いたローパスフィルタの高域阻止特性を決めるしきい値をビットストリームに多重化して送信する。また、動き補償時間フィルタ部 102 で用いる量子化パラメータは予測によって決定される量子化パラメータを用いて良い。なお、符号化制御部 710 は、動画像符号化装置 700 全体の制御を行なう。

30

【0053】

このように、第 2 の実施形態に係わる動画像符号化装置によれば、時間方向ローパスフィルタを適用した後のフレームに対して通常の動画像符号化を行なうことによって、一般的符号化方式に比べて符号化効率を向上させることが可能であると共に、時間方向ローパスフィルタの高域阻止特性を柔軟に制御することができる。さらに、ビットストリームにローパスフィルタの高域阻止特性を決定するしきい値を多重化することによって、後述する第 4 の実施形態の動画像復号化装置で利用することができる。

40

【0054】

（第 3 の実施形態）

図 8 は、本発明の第 3 の実施形態に係わる動画像復号化装置を示すブロック図である。図 8 に示す動画像復号化装置 800 は、フレームバッファ 801、動き補償時間合成フィルタ部 802、ローパス合成フィルタ係数制御部 803、ローパス合成フィルタ部 804、ハイパス合成フィルタ部 805、逆変換・逆量子化部 807、エントロピー復号化部 8

50

08を有し、復号化制御部810によって制御される。

【0055】

エントロピー復号化部808は、ビットストリームから取得した量子化変換係数、動きベクトル、予測モード、量子化パラメータ、しきい値等の情報を復号し、再生する。逆変換・逆量子化部807は、エントロピー復号化部808から取得した量子化パラメータに基づいて、量子化変換係数に対し逆量子化を行い、生成した変換係数に対して逆変換を施してハイパスフレームとローパスフレーム（量子化誤差を含む）を復元する。

【0056】

フレームバッファ801は、逆変換・逆量子化部807から1GOP分のハイパスフレーム及びローパスフレームを取得する。また、このフレームバッファ801は、動き補償時間合成フィルタ部802で生成されたローパスフレームを用いてさらに合成処理を行なう場合、動き補償時間合成フィルタ部802からローパスフレームを取得する。

【0057】

動き補償時間合成フィルタ部802は、ローパスフィルタ係数制御部803、ローパスフィルタ部804、ハイパスフィルタ部805を有し、フレームバッファ801から取得したフレームに対し、エントロピー復号化部808から取得した動きベクトルを用いて動き補償付きの時間方向サブバンド合成を適用し、ハイパスフレームとローパスフレームを合成する処理を行なう。合成されたフレームはそのまま出力画像として出力されるか、又は、再び動き補償時間合成フィルタを適用するためフレームバッファ801へ送られる。具体的な合成処理は例えば時間方向フィルタとしてHaarフィルタを用いた場合、式(3)(4)を変更した次式(9)(10)に従って時間方向合成フィルタリングを行なう。

【数9】

$$A'(x, y) = l'(x, y) - W \times \hat{h}'(x, y) \quad (9)$$

【0058】

【数10】

$$B'(x, y) = h'(x, y) + 1.0 \times \hat{A}'(x, y) \quad (10)$$

【0059】

ローパス合成フィルタ係数制御部803は、エントロピー復号化部808で再生される量子化パラメータ或いは複数又は単数のフレーム/フィールド毎に再生されるしきい値を取得し、それらに基づいてローパス合成フィルタの特性を制御する。

【0060】

ローパス合成フィルタ部804は、取得したフレームに対してローパス合成フィルタを適用するための逆方向動きベクトルを求め、動き補償を行ない、ローパス合成フィルタ係数制御部803で決定されたローパス合成フィルタ係数を用いて、例えば、式(9)に従って合成処理を行なう。

【0061】

ハイパス合成フィルタ部805は、フレームバッファ801から取得したフレームに対し、エントロピー復号化部808から取得した動きベクトルを用いて動き補償を行い、所定のハイパス合成フィルタ係数を用いて、例えば、式10に従って合成処理を行なう。

【0062】

上記構成を有する動画像復号化装置800において、本発明に係わるローパス合成フィルタ係数制御部803及びローパス合成フィルタ部804で実行される処理を図9のフローチャートを参照して説明する。

【0063】

ここでは、ローパス合成フィルタ係数にかかる重みWを決定し、それに従って時間方向ローパス合成フィルタを適用する処理を示す。また、重みWは符号化側と同様に式(6)によって求めることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

ローパス合成フィルタを適用するローパスフレーム l' および参照するハイパスフレーム h' を含むビットストリームが動画像符号化装置 800 に入力されてフィルタリング処理が開始される (ステップ S900)。この後、エントロピー復号化部 808 から取得した動きベクトルの符号を反転し、ローパスフレーム l' の各ブロックに割り当てることによりローパス合成フィルタ用の逆方向動きベクトルを取得する (ステップ S901)。このステップ S901 で求めた逆方向動きベクトルに基づいてフレーム l' の各々のブロック毎に対応画素数 N を検出する (ステップ S902)。

【 0 0 6 5 】

次に、逆方向動きベクトルを用いてハイパスフレーム h' に動き補償を適用する (ステップ S903)。この後、フレーム l' の各ブロックに対応する動き補償後のハイパスフレーム $h^{\wedge}$ における動き補償残差の大きさ E を式 (7) に基づいて計算し、取得する (ステップ S904)。

【 0 0 6 6 】

対応画素数 N に関するしきい値 TH_1 をエントロピー復号化部 808 から取得し、セットする (ステップ S905)。しきい値 TH_1 は、符号化側と同様に図 4 ~ 図 6 のシンタクス構造によって定義されており、複数又は単数フレーム / フィールド毎に与えられる。また、 TH_1 が与えられていないときは一般的手法と同様に 8 をセットしても良い。エントロピー復号化部 808 から量子化パラメータ QP を取得する (ステップ S906)。続いて、予め定められたテーブルを参照し、 E に関するしきい値である TH_2 を取得し (ステップ S907)、取得した TH_2 を式 (6) にセットする (ステップ S908)。ここで、参照するテーブルは符号化側と同様のものを復号化側でも予め用意しておく。

【 0 0 6 7 】

ステップ S905、ステップ S908 でセットされるしきい値 TH_1 、 TH_2 によって決定した式 (6) に従って、ローパス合成フィルタ係数にかかる重み W を算出する (ステップ S909)。このステップ S909 でフレーム l' の全てのブロックに対して重み W が求めた後、重み W を用いてローパス合成フィルタを適用し (ステップ S910)、合成後の出力画像又はローパスフレームを出力する (ステップ S911)。

【 0 0 6 8 】

このように、第 3 の実施形態に係わる動画像復号化装置によれば、符号化側で決められた時間方向ローパスフィルタの高域阻止特性を基に、復号化側においても量子化の粗さや、複数又は単数フレーム / フィールド毎に適応的なローパス合成フィルタを実現することができる。

【 0 0 6 9 】

(第 4 の実施形態)

図 10 は、本発明の第 4 の実施形態を示すブロック図である。本実施の形態では、第 3 の実施形態における動き補償時間合成フィルタリングの時間方向ローパス合成フィルタを、通常の動画像復号化方式の後処理として実行する装置構成となっている。

【 0 0 7 0 】

動画像復号化装置 1000 は、受信したビットストリームに対して例えば一般的な H.264 / AVC 等の復号化方法に従って復号化処理を行ない、復号化後の画像をフレームバッファ 1001 へ出力する。エントロピー復号化部 1005 は、ビットストリームから取得した量子化変換係数、動きベクトル、予測モード、量子化パラメータ、しきい値等の情報を復号し、再生する。逆変換・逆量子化部 1004 は、エントロピー復号化部 1005 から取得した量子化パラメータに基づいて、量子化変換係数に対し逆量子化を行い、生成した変換係数に対して逆変換を施して予測残差信号 (量子化誤差を含む) を復元する。

【 0 0 7 1 】

動き補償部 1002 は、エントロピー復号化部 1005 から取得した動きベクトルに従って参照フレームバッファ 1003 に格納されているフレームについて動き補償を行なう。参照フレームバッファ 1003 は、逆変換・逆量子化後の予測残差信号に基づいて再生

10

20

30

40

50

される参照フレームを格納する。復号化制御部 1100 は、動画像復号化装置 1000 全体の制御を行なう。

【0072】

フレームバッファ 1001 は、動画像復号化装置 1000 で出力された 1GOP 分の復号化フレームを取得するか、又は、逆変換・逆量子化部 1004 で生成した予測残差信号を取得するか、又は、動き補償時間合成フィルタ部 802 で生成されたフレームを取得する。

【0073】

動き補償時間合成フィルタ部 802 は、フレームバッファ 1001 から取得した復号化画像及び予測残差信号に加え、エントロピー復号化部 1005 から取得した動きベクトル情報を用いてローパス合成フィルタを適用する処理を行なう。

10

【0074】

ローパス合成フィルタ係数制御部 803、ローパス合成フィルタ部 804 は第 3 の実施形態と同様の構成要素であり、ローパス合成フィルタ係数制御部 803、ローパス合成フィルタ部 804 における処理は図 9 のフローチャートで示しているものと同様であるため、ここではその説明を省略する。

【0075】

このように、第 4 の実施形態に係わる動画像復号化装置によれば、通常の動画像復号化手法で復元されたフレームに対して、第 3 の実施形態で示した動き補償時間合成フィルタリングのローパス合成フィルタを後処理として実行することができる。例えば、第 2 の実施形態で符号化した動画像に対して、ローパスフィルタ係数制御情報を取得することによって、符号化側のローパスフィルタの高域阻止特性に基づいて後処理としての時間方向ローパス合成フィルタリング処理を行なうことができる。

20

【0076】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

30

【0077】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係わる動画像符号化装置の構成を示すブロック図。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態に係わる動画像符号化装置の処理フロー。

【図 3】量子化パラメータ QP に基づいてしきい値 TH_2 を決めるテーブル。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態に係わるシーケンスヘッダのデータ構造を示す図。

【図 5】本発明の第 1 の実施形態に係わるピクチャヘッダのデータ構造を示す図。

【図 6】本発明の第 1 の実施形態に係わるスライスヘッダのデータ構造を示す図。

【図 7】本発明の第 2 の実施形態に係わる動画像符号化装置の構成を示すブロック図。

【図 8】本発明の第 3 の実施形態に係わる動画像復号化装置の構成を示すブロック図。

【図 9】本発明の第 3 の実施形態に係わる動画像復号化装置の処理フロー。

40

【図 10】本発明の第 4 の実施形態に係わる動画像復号化装置の構成を示すブロック図。

【図 11】動き補償時間フィルタを用いた時間方向サブバンド分割を示す図。

【図 12】動き補償時間フィルタにおけるリフティング操作による符号化、復号化を示す図。

【図 13】ノイズを含む画像における動き補償時間フィルタの効果を示す図。

【図 14】ローパスフィルタ係数にかかる重みの変化に対する PSNR およびビットレートの変化を示す図。

【符号の説明】

【0078】

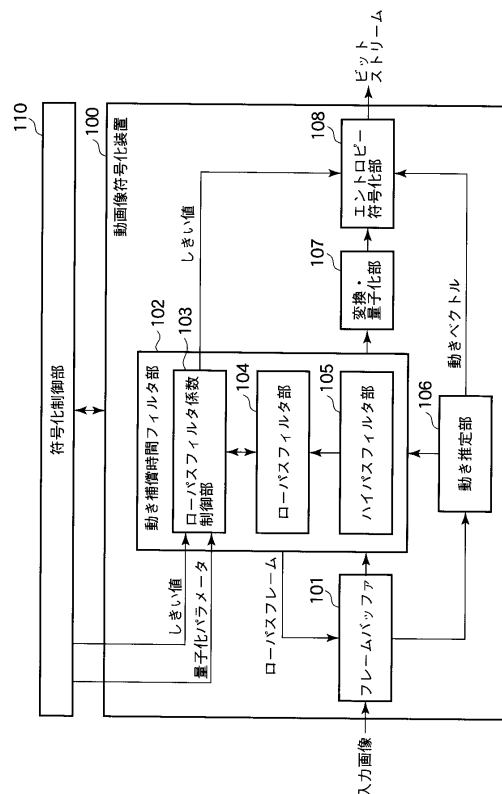
100・・・動画像符号化装置

50

- 101・・・フレームバッファ
- 102・・・動き補償時間フィルタ部
- 103・・・ローパスフィルタ係数制御部
- 104・・・ローパスフィルタ部
- 105・・・ハイパスフィルタ部
- 106・・・動き推定部
- 107・・・変換・量子化部
- 108・・・エントロピー符号化部
- 110・・・符号化制御部

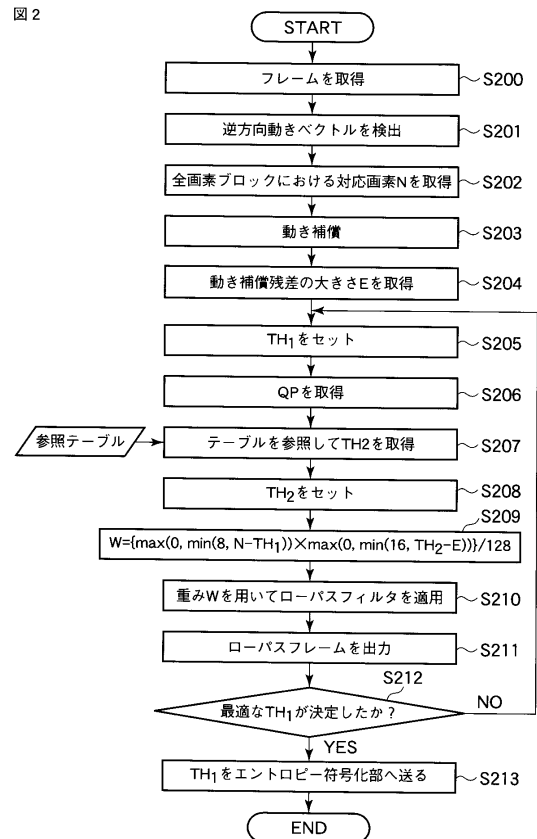
【図1】

図1



【図2】

図2



【図 3】

図 3

QP	0..3	4..7	8..11	12..15	16..19	20..23	24..27	28..31	32..35	36..39	40..43	44..47	48..51
TH ₂	12	12	12	12	12	16	20	24	28	30	34	38	42

【図 5】

図 5

Picture parameter set RBSP syntax

```

pic_parameter_set_rbsp(){
    ...
    if(ex_lowpass_filter_in_pic_flag){
        pic_lowpass_filter_threshold
    }
    ...
}

```

【図 4】

図 4

Sequence parameter set RBSP syntax

```

seq_parameter_set_rbsp(){
    ...
    ex_lowpass_filter_in_pic_flag
    ex_lowpass_filter_in_slice_flag
    ...
}

```

【図 6】

図 6

Slice header syntax

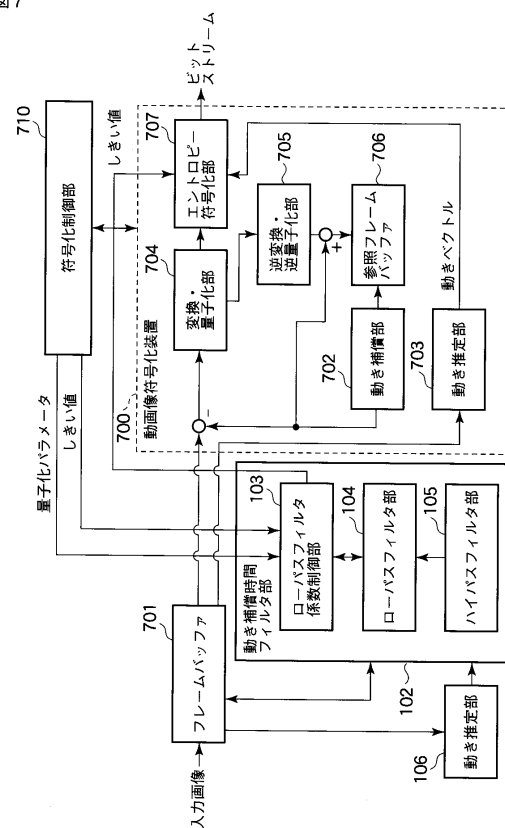
```

slice_header(){
    ...
    if(ex_lowpass_filter_in_slice_flag){
        slice_lowpass_filter_threshold
    }
    ...
}

```

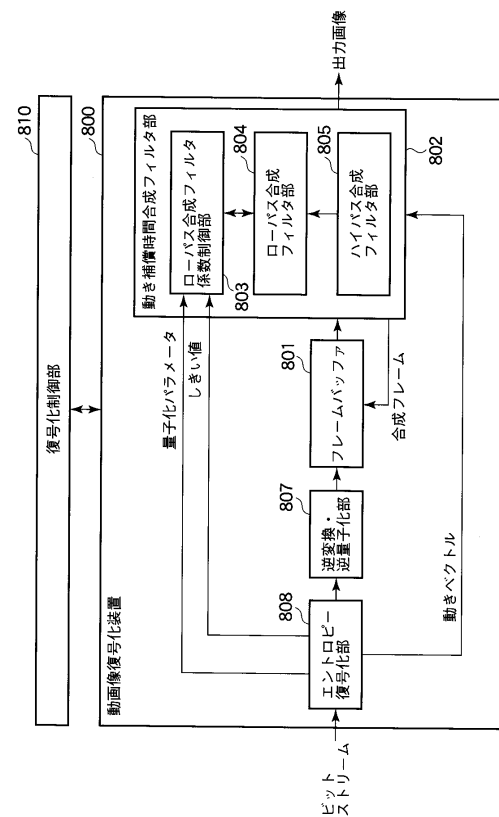
【図 7】

図 7

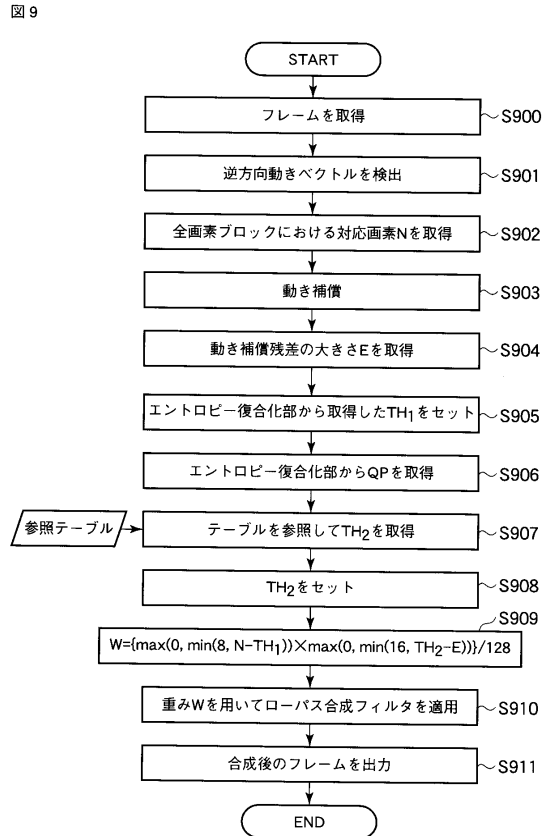


【図 8】

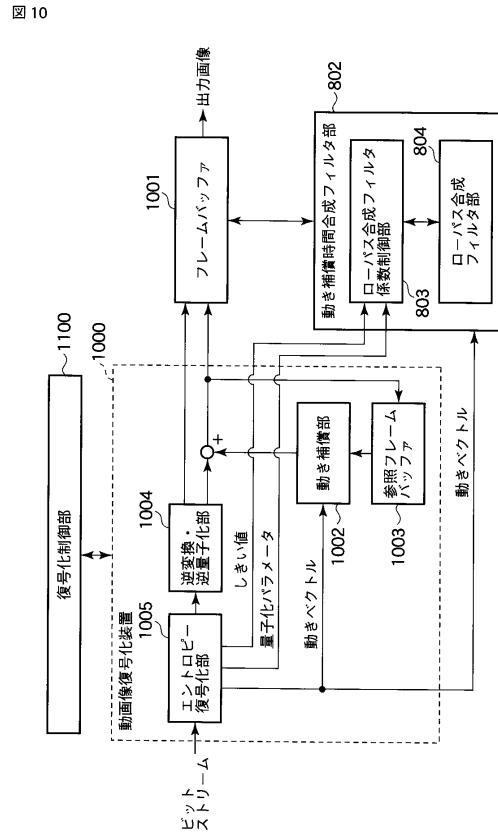
図 8



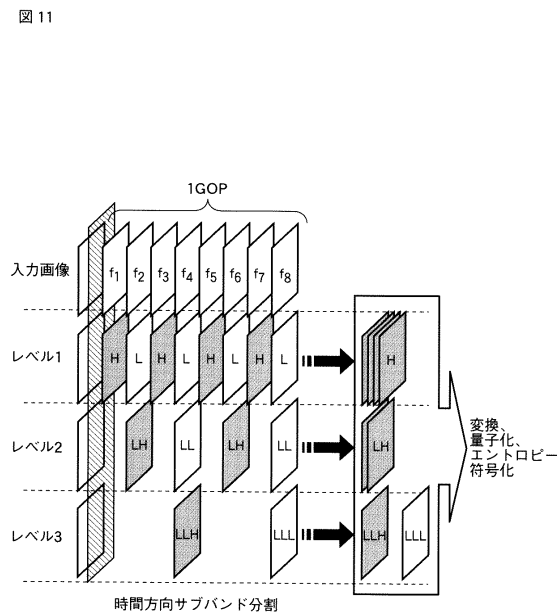
【 図 9 】



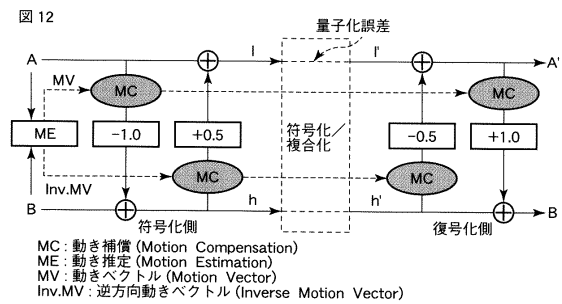
【 図 1 0 】



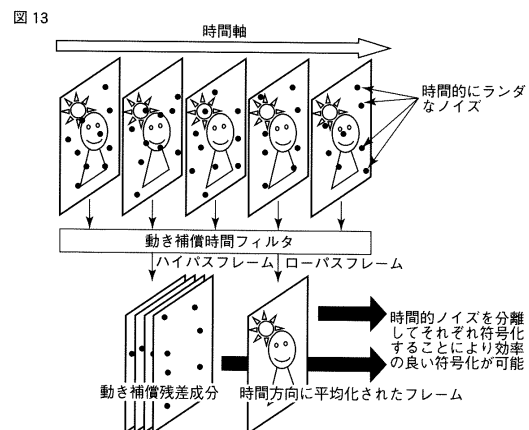
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

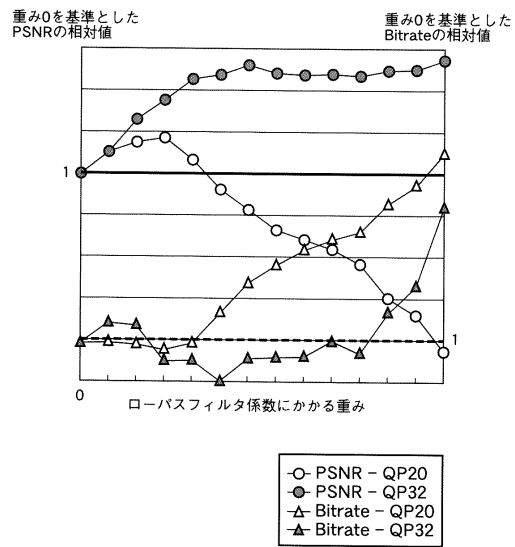


【 図 1 3 】



【図 14】

図 14



フロントページの続き

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 和田 直史

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 児玉 知也

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株式会社東芝研究開発センター内

審査官 石川 亮

(56)参考文献 特表 2 0 0 5 - 5 3 3 4 3 1 (J P , A)

特開平 0 8 - 0 1 8 9 7 7 (J P , A)

特開平 0 7 - 2 8 8 7 1 9 (J P , A)

特開平 0 6 - 1 3 3 2 9 5 (J P , A)

特開 2 0 0 4 - 1 8 0 3 4 4 (J P , A)

特開 2 0 0 2 - 1 5 2 7 5 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N 7 / 2 6 - 7 / 6 8