

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5454584号
(P5454584)

(45) 発行日 平成26年3月26日(2014.3.26)

(24) 登録日 平成26年1月17日(2014.1.17)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 N 19/50 (2014.01)

H O 4 N 7/137

Z

請求項の数 45 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2011-543088 (P2011-543088)	(73) 特許権者	000004237
(86) (22) 出願日	平成22年10月27日(2010.10.27)		日本電気株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/006344		東京都港区芝五丁目7番1号
(87) 国際公開番号	W02011/064945	(74) 代理人	100103090
(87) 国際公開日	平成23年6月3日(2011.6.3)		弁理士 岩壁 冬樹
審査請求日	平成25年9月4日(2013.9.4)	(74) 代理人	100124501
(31) 優先権主張番号	特願2009-272179 (P2009-272179)		弁理士 塩川 誠人
(32) 優先日	平成21年11月30日(2009.11.30)	(72) 発明者	蝶野 慶一
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株 式会社内
		(72) 発明者	仙田 裕三
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 映像符号化装置および映像復号装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算する予測手段と、

画像ブロックの量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得る逆量子化手段と、

前記逆量子化手段によって得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得る逆周波数変換手段と、

イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を前記逆周波数変換手段によって得られた再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得る再構築手段と、

前記再構築手段によって得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして格納する再構築画像格納手段と、

前記再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる雑音混入手段と、

擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用するウィナーフィルタ手段と、

前記ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして格納する参照画像格納手段と

を備えた映像符号化装置。

【請求項2】

画像ブロックからイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を減じて予測誤差画像ブ

ロックを得る予測誤差計算手段と、

前記予測誤差計算手段によって得られた予測誤差画像ブロックを変換して変換係数を得る周波数変換手段と、

前記周波数変換手段によって得られた変換係数を量子化して量子化インデックスを得る量子化インデックス計算手段と、

前記量子化インデックス計算手段によって得られた量子化インデックスをエントロピー符号化してそのビット列を出力するエントロピー符号化手段とを備え、

逆量子化手段は、前記量子化インデックス計算手段によって得られた量子化インデックスを逆量子化する

請求項 1 記載の映像符号化装置。

10

【請求項 3】

画像ブロックからイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を減じて予測誤差画像ブロックを得る予測誤差計算手段と、

前記予測誤差計算手段によって得られた予測誤差画像ブロックを変換して変換係数を得る周波数変換手段と、

前記周波数変換手段によって得られた変換係数を量子化して量子化インデックスを計算する量子化インデックス計算手段と、

前記量子化インデックス計算手段によって得られた量子化インデックスをエントロピー符号化してそのビット列を出力するエントロピー符号化手段とを備え、

逆量子化手段は、前記量子化インデックス計算手段によって得られた量子化インデックスを逆量子化し、

20

再構築画像ブロックのブロック歪みを除去するブロック歪み除去手段を備え、

雑音混入手段は、前記ブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる

請求項 1 記載の映像符号化装置。

【請求項 4】

雑音混入手段は、再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音の混入位置を決定する

請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化装置。

【請求項 5】

30

雑音混入手段は、再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入位置を決定する

請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化装置。

【請求項 6】

雑音混入手段は、再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入候補位置を決定し、混入候補位置について再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音混入候補位置を決定する

請求項 1 から請求項 3 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化装置。

【請求項 7】

雑音混入手段を所定の映像符号化単位でリセットするリセット手段を備えた

40

請求項 1 から請求項 6 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化装置。

【請求項 8】

雑音混入手段は、量子化ステップサイズに従って調節された量の擬似ランダム雑音を混入させる

請求項 1 から請求項 7 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化装置。

【請求項 9】

ビット列をエントロピー復号して量子化インデックスを計算するエントロピー復号手段と、

画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算する予測手段と、

50

前記量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得る逆量子化手段と、
前記逆量子化手段によって得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得る逆周波数変換手段と、

イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を前記逆周波数変換手段によって得られた再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得る再構築手段と、

前記再構築手段によって得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして格納する再構築画像格納手段と、

前記再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる雑音混入手段と、

擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用するウィナーフィルタ手段と、

前記ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして格納する参照画像手段と

を備えた映像復号装置。

【請求項 10】

再構築画像ピクチャのブロック歪みを除去するブロック歪み除去手段を備え、

雑音混入手段は、前記ブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる

請求項 9 記載の映像復号装置。

【請求項 11】

雑音混入手段は、再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音の混入位置を決定する

請求項 9 または請求項 10 記載の映像復号装置。

【請求項 12】

雑音混入手段は、再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入位置を決定する

請求項 9 または請求項 10 記載の映像復号装置。

【請求項 13】

雑音混入手段は、再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入候補位置を決定し、混入候補位置について再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音混入候補位置を決定する

請求項 9 または請求項 10 記載の映像復号装置。

【請求項 14】

雑音混入手段を所定の映像復号単位でリセットするリセット手段を備えた

請求項 9 から請求項 13 のうちのいずれか 1 項に記載の映像復号装置。

【請求項 15】

雑音混入手段は、量子化ステップサイズに従って調節された量の擬似ランダム雑音を混入させる

請求項 9 から請求項 14 のうちのいずれか 1 項に記載の映像復号装置。

【請求項 16】

画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算し、

画像ブロックの量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得て、

得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得て、

イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を前記再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得て、

得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして再構築画像格納手段に格納し

、

前記再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて、

擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用し、

前記ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして参照画像格納手段に格納する

10

20

30

40

50

映像符号化方法。

【請求項 17】

画像ブロックからイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を減じて予測誤差画像ブロックを得て、

前記予測誤差画像ブロックを変換して変換係数を得て、

前記変換係数を量子化して量子化インデックスを得る量子化インデックス計算処理を実行し、

前記量子化インデックス計算処理で得られた量子化インデックスをエントロピー符号化してそのビット列を出力し、

前記量子化インデックス計算処理によって得られた量子化インデックスを逆量子化する

請求項 16 記載の映像符号化方法。

10

【請求項 18】

画像ブロックからイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を減じて予測誤差画像ブロックを得て、

前記予測誤差画像ブロックを変換して変換係数を得て、

前記変換係数を量子化して量子化インデックスを計算する量子化インデックス計算処理を実行し、

前記量子化インデックス計算処理で得られた量子化インデックスをエントロピー符号化してそのビット列を出力し、

前記量子化インデックス計算処理で得られた量子化インデックスを逆量子化し、

再構築画像ブロックのブロック歪みを除去し、

前記ブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる

請求項 16 記載の映像符号化方法。

20

【請求項 19】

再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音の混入位置を決定する

請求項 16 から請求項 18 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化方法。

【請求項 20】

再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入位置を決定する

請求項 16 から請求項 18 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化方法。

【請求項 21】

再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入候補位置を決定し、混入候補位置について再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音混入候位置を決定する

請求項 16 から請求項 18 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化方法。

30

【請求項 22】

擬似ランダム雑音として、所定の映像符号化単位でリセットされる擬似ランダム雑音を発生する

請求項 16 から請求項 21 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化方法。

【請求項 23】

量子化ステップサイズに従って調節された量の擬似ランダム雑音を混入させる

請求項 16 から請求項 22 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化方法。

40

【請求項 24】

ビット列をエントロピー復号して量子化インデックスを計算し、

画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算し、

前記量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得て、

得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得て、

イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を前記再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得て、

得られた前記再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして再構築画像格納手段に格納し、

50

前記再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて、
擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用し、
前記ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして参照画像手段に格納する
映像復号方法。

【請求項 25】

再構築画像ピクチャのブロック歪みを除去し、
前記ブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる
請求項 24 記載の映像復号方法。

【請求項 26】

再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音の混入位置を決定する
請求項 24 または請求項 25 記載の映像復号装置。

【請求項 27】

構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入位置を決定する
請求項 24 または請求項 25 記載の映像復号装置。

【請求項 28】

再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入候補位置を決定し、
混入候補位置について再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音混入候位置を決定する

請求項 24 または請求項 25 記載の映像復号装置。

【請求項 29】

擬似ランダム雑音として、所定の映像復号単位でリセットされる擬似ランダム雑音を発生する

請求項 24 から請求項 28 のうちのいずれか 1 項に記載の映像復号方法。

【請求項 30】

量子化ステップサイズに従って調節された量の擬似ランダム雑音を混入させる
請求項 24 から請求項 29 のうちのいずれか 1 項に記載の映像復号方法。

【請求項 31】

コンピュータに、

画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算する処理と、
画像ブロックの量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得る処理と、
得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得る処理と、
イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を前記再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得る処理と、

得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして再構築画像格納手段に格納する処理と、

前記再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる処理と、

擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用する処理と、

前記ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして参照画像格納手段に格納する処理と

を実行させるための映像符号化プログラム。

【請求項 32】

コンピュータに、

画像ブロックからイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を減じて予測誤差画像ブロックを得る処理と、

前記予測誤差画像ブロックを変換して変換係数を得る処理と、

前記変換係数を量子化して量子化インデックスを得る量子化インデックス計算処理と、

前記量子化インデックス計算処理で得られた量子化インデックスをエントロピー符号化してそのビット列を出力する量子化処理とを実行させ、

10

20

30

40

50

前記量子化インデックス計算処理で得られた量子化インデックスを逆量子化させる
請求項 3 1 記載の映像符号化プログラム。

【請求項 3 3】

コンピュータに、
画像ブロックからイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を減じて予測誤差画像ブ
ロックを得る処理と、

前記予測誤差画像ブロックを変換して変換係数を得る処理と、

前記変換係数を量子化して量子化インデックスを計算する量子化インデックス計算処理
と、

前記量子化インデックス計算処理で得られた量子化インデックスをエントロピー符号化
してそのビット列を出力するエントロピー符号化処理とを実行させ、 10

前記量子化インデックス計算処理で得られた量子化インデックスを逆量子化させ、

再構築画像ブロックのブロック歪みを除去するブロック歪み除去処理を実行させ、

前記ブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる

請求項 3 1 記載の映像符号化プログラム。

【請求項 3 4】

コンピュータに、再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音の混
入位置を決定する処理を実行させる

請求項 3 1 から請求項 3 3 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化プログラム。

【請求項 3 5】

コンピュータに、再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入位
置を決定する処理を実行させる

請求項 3 1 から請求項 3 3 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化プログラム。

【請求項 3 6】

コンピュータに、再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入候
補位置を決定し、混入候補位置について再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬
似ランダム雑音混入候補位置を決定する処理を実行させる

請求項 3 1 から請求項 3 3 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化プログラム。

【請求項 3 7】

コンピュータに、擬似ランダム雑音として、所定の映像符号化単位でリセットされる擬
似ランダム雑音を発生させる 30

請求項 3 1 から請求項 3 6 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化プログラム。

【請求項 3 8】

コンピュータに、量子化ステップサイズに従って調節された量の擬似ランダム雑音混入
させる

請求項 3 1 から請求項 3 7 のうちのいずれか 1 項に記載の映像符号化プログラム。

【請求項 3 9】

コンピュータに、

ビット列をエントロピー復号して量子化インデックスを計算する処理と、

画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算する処理と、 40

前記量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得る処理と、

得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得る処理と、

イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を前記再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得る処理と、

得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして再構築画像格納手段に格納す
る処理と、

前記再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる処理と、

擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用する
処理と、

前記ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピ 50

クチャとして参照画像手段に格納する処理と
を実行させるための映像復号プログラム。

【請求項 40】

コンピュータに、
再構築画像ピクチャのブロック歪みを除去する処理を実行させ、
前記ブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる
請求項 39 記載の映像復号プログラム。

【請求項 41】

コンピュータに、再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音の混入位置を決定する処理を実行させる

10

請求項 39 または請求項 40 記載の映像復号プログラム。

【請求項 42】

コンピュータに、再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入位置を決定する処理を実行させる

請求項 39 または請求項 40 記載の映像復号プログラム。

【請求項 43】

コンピュータに、再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入候補位置を決定し、混入候補位置について再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音混入候補位置を決定する処理を実行させる

請求項 39 または請求項 40 記載の映像復号プログラム。

20

【請求項 44】

コンピュータに、擬似ランダム雑音として、所定の映像復号単位でリセットされる擬似ランダム雑音を発生させる

請求項 39 から請求項 43 のうちのいずれか 1 項に記載の映像復号プログラム。

【請求項 45】

コンピュータに、量子化ステップサイズに従って調節された量の擬似ランダム雑音を混入させる

請求項 39 から請求項 44 のうちのいずれか 1 項に記載の映像復号プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、輪郭および階段アーティファクトを低減する映像符号化技術が適用された映像符号化装置および映像復号装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、映像符号化装置は、外部から入力される動画像信号をデジタル化した後、所定の映像符号化方式に準拠した符号化処理を行うことで符号化データすなわちビットストリームを生成する。

【0003】

所定の映像符号化方式として非特許文献 1 に記載された I S O / I E C 14496-10 Advanced Video Coding (A V C) がある。A V C 方式の符号化器の参照モデルとして Joint Model 方式が知られている（以下、一般的な映像符号化装置という）。

40

【0004】

図 2 1 を参照して、デジタル化された映像の各フレームを入力としてビットストリームを出力する一般的な映像符号化装置の構成と動作を説明する。

【0005】

図 2 1 に示すように、一般的な映像符号化装置は、M B バッファ 1 0 1、周波数変換部 1 0 2、量子化部 1 0 3、エントロピー符号化部 1 0 4、逆量子化部 1 0 5、逆周波数変換部 1 0 6、ピクチャバッファ 1 0 7、ブロック歪み除去フィルタ部 1 0 8、デコードピクチャバッファ 1 0 9、イントラ予測部 1 1 0、フレーム間予測部 1 1 1、符号化制御部

50

112およびスイッチ100を備えている。

【0006】

一般的な映像符号化装置は、各フレームをMB (Macro Block : マクロブロック) と呼ばれる 16×16 画素サイズのブロックに分割し、さらにMBを 4×4 画素サイズのブロック分割し、分割して得られた 4×4 ブロックを符号化の最小構成単位とする。

【0007】

図22は、フレームの空間解像度がQCIF (Quarter Common Intermediate Format) の場合のブロック分割の例を示す説明図である。以下、簡単のために、輝度の画素値のみに着目して、図21に示された各部の動作を説明する。

【0008】

MBバッファ101には、入力画像フレームの符号化対象MBの画素値が格納される。以下、符号化対象MBを入力MBという。

【0009】

MBバッファ101から供給される入力MBは、スイッチ100を介して、イントラ予測部110またはフレーム間予測部111から供給される予測信号が減じられる。以下、予測信号が減じられた入力MBを予測誤差画像ブロックという。

【0010】

イントラ予測部110は、ピクチャバッファ107に格納された再構築画像であって現在のフレームと表示時刻が同一である再構築画像を利用してイントラ予測信号を生成する。以下、イントラ予測信号を用いて符号化されるMBをイントラMBという。

【0011】

フレーム間予測部111は、現在のフレームと表示時刻が異なる、デコードピクチャバッファ109に格納された参照画像を利用してフレーム間予測信号を生成する。以下、フレーム間予測信号を用いて符号化されるMBをインターMBという。

【0012】

なお、イントラMBのみで符号化されたフレームはIフレームと呼ばれる。イントラMBだけでなくインターMBも含めて符号化されたフレームはPフレームと呼ばれる。フレーム間予測に1枚の参照画像だけでなく同時に2枚の参照画像を用いるインターMBを含めて符号化されたフレームはBフレームと呼ばれる。

【0013】

符号化制御部112は、イントラ予測信号およびフレーム間予測信号とMBバッファ101に格納されている入力MBとを比較して、予測誤差画像ブロックのエネルギーが小さくなる予測信号を選択し、スイッチ100を制御する。選択された予測信号に関連する情報は、エントロピー符号化部104に供給される。

【0014】

また、符号化制御部112は、入力MBまたは予測誤差画像ブロックに基づいて、予測誤差画像ブロックの周波数変換に適した整数DCTの基底ブロックサイズを選択する。整数DCTは、一般的な映像符号化装置ではDCT基底を整数値で近似した基底による周波数変換を意味する。基底ブロックサイズの選択肢として、 16×16 、 8×8 、 4×4 の3つのブロックサイズがある。入力MBまたは予測誤差画像ブロックの画素値が平坦になる程、より大きな基底ブロックサイズが選択される。選択された整数DCTの基底サイズに関する情報は、周波数変換部102およびエントロピー符号化部104に供給される。以下、選択された予測信号に関連する情報および選択された整数DCTの基底サイズに関する情報を補助情報という。

【0015】

さらに、符号化制御部112は、目標ビット数以下でフレームを符号化するために、エントロピー符号化部104が出力するビットストリームのビット数を監視する。そして、出力されるビットストリームのビット数が目標ビット数よりも多ければ量子化ステップサイズを大きくする量子化パラメータを出力し、逆に、出力されるビットストリームのビット数が目標ビット数よりも少なければ量子化ステップサイズを小さくする量子化パラメータ

10

20

30

40

50

タを出力する。そのようにして、出力ビットストリームは目標のビット数に近づくように符号化される。

【0016】

周波数変換部102は、選択された整数DCTの基底サイズで、予測誤差画像ブロックを周波数変換して、空間領域から周波数領域に変換する。周波数領域に変換された予測誤差を変換係数という。周波数変換には、DCT (Discrete Cosine Transform) やアダマール変換などの直交変換を利用することができる。

【0017】

量子化部103は、符号化制御部112から供給される量子化パラメータに対応する量子化ステップサイズで、変換係数を量子化する。なお、量子化された変換係数の量子化インデックスはレベルとも呼ばれる。

10

【0018】

エントロピー符号化部104は、補助情報と量子化インデックスとをエントロピー符号化して、そのビット列すなわちビットストリームとして出力する。

【0019】

逆量子化部105および逆変換部106は、以後の符号化のために、量子化部103から供給される量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得て、さらに逆周波数変換して元の空間領域に戻す。以下、元の空間領域に戻された予測誤差画像ブロックを再構築予測誤差画像ブロックという。なお、逆量子化された量子化インデックスを量子化代表値という。

20

【0020】

ピクチャバッファ107には、現在のフレームに含まれる全てのMBが符号化されるまで、再構築予測誤差画像ブロックに予測信号が加えられた再構築画像ブロックが格納される。以下、ピクチャバッファ107において再構築画像によって構成されるピクチャを再構築画像ピクチャという。

【0021】

ブロック歪み除去フィルタ部108は、ピクチャバッファ107に格納された再構築画像ピクチャに対してブロック歪みを解除する。すなわち、ブロック歪みを除去する。

【0022】

デコードピクチャバッファ109は、ブロック歪み除去フィルタ部108から供給されるブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャを参照画像ピクチャとして格納する。なお、参照画像ピクチャの画像は、フレーム間予測信号を生成するための参照画像として利用される。

30

【0023】

図21に示された映像符号化装置は、以上のような処理によって、ビットストリームを生成する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0024】

【特許文献1】特表2007-503166号公報

40

【特許文献2】特表2007-507169号公報

【非特許文献】

【0025】

【非特許文献1】ISO/IEC 14496-10 Advanced Video Coding

【非特許文献2】Steffen Wittmann and Thomas Wedi, "Transmission of Post-Filter Hints For Video Coding Schemes", ICIP2007, USA, 2007年9月

【非特許文献3】Toshiba corporation, "Quadtree-based adaptive loop filter", ITU-T, COM16C181, 2009年1月

【非特許文献4】L.G. Roberts, "Picture coding using pseudorandom noise", IRE Trans. on Information Theory, vol. IT-8, pp145-154, 1962年2月

50

【非特許文献5】T. Chen , " Elimination of subband coding artifacts using the dithering technique ", ICIP94, 1994年11月

【非特許文献6】蝶野他, " アダマール変換の性質を利用したH.264 イントラ予測推定器の低演算量化方式 ", 電子情報通信学会大会講演論文集, D-11-52 , 2005年

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0026】

上述した技術によって低ビットレートで圧縮され伸張された映像は、人間が認識可能なアーティファクトを発生する。ブロック歪みやリンギング歪みは、ブロックベース符号化に基づいて圧縮され伸張された映像に発生する典型的なアーティファクトである。

10

【0027】

非特許文献2では、ブロック歪み除去フィルタ部によって除去できないリンギング歪みなどを低減するために、ブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用することが提案されている。非特許文献3では、非特許文献2に開示されているウィナーフィルタを符号化ループ内処理に適用し、さらに、局所領域単位でウィナーフィルタをオン／オフすることが提案されている。しかし、非特許文献2および非特許文献3に開示されているウィナーフィルタは、線形フィルタである。線形フィルタは、圧縮ノイズによって生じた特有の構造を壊すことができないので、ウィナーフィルタだけでは、輪郭および階段アーティファクトを低減できない。なお、ウィナーフィルタは、最小2乗誤差フィルタとも呼ばれる。

20

【0028】

非特許文献4では、輪郭および階段アーティファクトに対する人間の視覚感度を低下させるために、画像へ擬似ランダム雑音を混入させることが提案されている。非特許文献5では、サブバンド変換符号化に基づく静止画像の圧縮において、有意なサブバンド変換係数に擬似ランダム雑音を混入させることが提案されている。さらに、非特許文献5には、擬似ランダム雑音の混入に起因する白色雑音のアーティファクトをウィナーフィルタによって抑制することも記載されている。しかし、非特許文献4および非特許文献5では、フレーム間予測を用いる映像符号化に対する擬似ランダム雑音混入による悪影響が考慮されていない。悪影響の例として、擬似ランダム雑音混入によるフレーム間差分の発生に起因する圧縮効率の低下がある。

30

【0029】

特許文献1および特許文献2では、擬似ランダム雑音混入によるフレーム間差分の発生に起因する圧縮効率の低下に対処するために、現在の画像の少なくとも一部の輝度に関連づけられた量、または前の画像の画素の付加的ノイズに関連する量の擬似ランダム雑音を混入させることが提案されている。

【0030】

しかし、非特許文献2および非特許文献3に開示されているような、ウィナーフィルタを用いる映像符号化は考慮されていない。従って、特許文献1および特許文献2に記載された映像符号化装置には、ウィナーフィルタを用いる映像符号化において、混入される擬似ランダム雑音の量が不足し、輪郭および階段アーティファクトに対する人間の視覚感度を十分に低減できないという課題がある。

40

【0031】

すなわち、一般的な技術では、輪郭および階段アーティファクトを効率的に低減することが可能な、フレーム間予測を用いる映像符号化および映像復号を提供できないという課題がある。

【0032】

そこで、本発明は、輪郭および階段アーティファクトを効率的に低減することができる映像符号化装置および映像復号装置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】

【0033】

50

本発明による映像符号化装置は、画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算する予測手段と、画像ブロックの量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得る逆量子化手段と、逆量子化手段によって得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得る逆周波数変換手段と、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を逆周波数変換手段によって得られた再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得る再構築手段と、再構築手段によって得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして格納する再構築画像格納手段と、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる雑音混入手段と、擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用するウィナーフィルタ手段と、ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして格納する参照画像格納手段とを備えたことを特徴する。

10

【0034】

本発明による映像復号装置は、ビット列をエントロピー復号して量子化インデックスを計算するエントロピー復号手段と、画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算する予測手段と、量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得る逆量子化手段と、逆量子化手段によって得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得る逆周波数変換手段と、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を逆周波数変換手段によって得られた再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得る再構築手段と、再構築手段によって得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして格納する再構築画像格納手段と、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる雑音混入手段と、擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用するウィナーフィルタ手段と、ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして格納する参照画像手段とを備えたことを特徴する。

20

【0035】

本発明による映像符号化方法は、画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算し、画像ブロックの量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得て、得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得て、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得て、得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして再構築画像格納手段に格納し、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて、擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用し、ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして参照画像格納手段に格納することを特徴する。

30

【0036】

本発明による映像復号方法は、ビット列をエントロピー復号して量子化インデックスを計算し、画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算し、量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得て、得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得て、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得て、得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして再構築画像格納手段に格納し、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて、擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用し、ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして参照画像手段に格納することを特徴する。

40

【0037】

本発明による映像符号化プログラムは、コンピュータに、画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算する処理と、画像ブロックの量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得る処理と、得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得る処理と、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得る処理と、得られた再構築画

50

像ブロックを再構築画像ピクチャとして再構築画像格納手段に格納する処理と、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる処理と、擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用する処理と、ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして参照画像格納手段に格納する処理とを実行させることを特徴する。

【0038】

本発明による映像復号プログラムは、コンピュータに、ビット列をエントロピー復号して量子化インデックスを計算する処理と、画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算する処理と、量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得る処理と、得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得る処理と、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得る処理と、得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして再構築画像格納手段に格納する処理と、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる処理と、擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用する処理と、ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして参照画像手段に格納する処理とを実行させることを特徴する。

10

【発明の効果】

【0039】

本発明によれば、フレーム間予測を用いる映像符号化および映像復号において、輪郭および階段アーティファクトが効率的に低減される。

20

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】第1の実施形態の映像符号化装置のブロック図である。

【図2】擬似ランダム雑音の発生器のリセットを説明するための説明図である。

【図3】第2の実施形態の映像符号化装置のブロック図である。

【図4】第3の実施形態の映像復号装置のブロック図である。

【図5】第4の実施形態の映像復号装置のブロック図である。

【図6】第1の実施形態の映像符号化装置に対して画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入位置を決定する雑音混入器を適用した場合の構成を示すブロック図である。

30

【図7】第2の実施形態の映像符号化装置に対して画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入位置を決定する雑音混入器を適用した場合の構成を示すブロック図である。

【図8】第3の実施形態の映像復号装置に対して画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入位置を決定する雑音混入器を適用した場合の構成を示すブロック図である。

【図9】第4の実施形態の映像復号装置に対して画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入位置を決定する雑音混入器を適用した場合の構成を示すブロック図である。

40

【図10】第1の実施形態の映像符号化装置に対して変動量を推定する雑音混入器を適用した場合の構成を示すブロック図である。

【図11】第2の実施形態の映像符号化装置に対して変動量を推定する雑音混入器を適用した場合の構成を示すブロック図である。

【図12】第3の実施形態の映像復号装置に対して変動量を推定する雑音混入器を適用した場合の構成を示すブロック図である。

【図13】第4の実施形態の映像復号装置に対して変動量を推定する雑音混入器を適用した場合の構成を示すブロック図である。

【図14】平坦な予測信号となる予測の種類を説明するための説明図である。

【図15】平坦な予測信号となる予測の種類を説明するための説明図である。

50

【図１６】本発明による映像符号化装置および映像復号装置の機能を実現可能な情報処理システムの構成例を示すブロック図である。

【図１７】本発明による映像符号化装置の主要構成を示すブロック図である。

【図１８】本発明による映像復号装置の主要構成を示すブロック図である。

【図１９】本発明による映像符号化装置の処理を示すフローチャートである。

【図２０】本発明による映像復号装置の処理を示すフローチャートである。

【図２１】一般的な映像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図２２】ブロック分割の例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００４１】

10

実施形態１．

図１は、本発明の第１の実施形態のブロック図であり、ブロック歪み除去前の再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて、ブロック歪み除去後の再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用する映像符号化装置を示すブロック図である。

【００４２】

図１に示すように、本実施形態の映像符号化装置は、ＭＢバッファ１０１、周波数変換部１０２、量子化部１０３、エントロピー符号化部１０４、逆量子化部１０５、逆周波数変換部１０６、ピクチャバッファ１０７、ブロック歪み除去フィルタ部１０８、デコードピクチャバッファ１０９、イントラ予測部１１０、フレーム間予測部１１１、符号化制御部１１２およびスイッチ１００に加えて、雑音混入器１１３およびウィナーフィルタ部１

20

１４を備えている。

【００４３】

本実施形態の映像符号化装置は、雑音混入器１１３とウィナーフィルタ部１１４が設けられている点と、ピクチャバッファ１０７に格納された再構築画像ピクチャに対して雑音混入器１１３から供給される擬似ランダム雑音が混入させられてブロック歪み除去フィルタ部１０８に供給されている点とが、図２１に示された一般的な映像符号化装置と異なっている。よって、以下の説明では、特に、本実施形態の映像符号化装置の特徴である雑音混入器１１３とウィナーフィルタ部１１４との動作を詳細に説明をする。

【００４４】

ＭＢバッファ１０１には、入力画像フレームの符号化対象ＭＢの画素値が格納される。

30

【００４５】

ＭＢバッファ１０１から供給される入力ＭＢから、スイッチ１００を介してイントラ予測部１１０またはフレーム間予測部１１１から供給される予測信号が減じられる。

【００４６】

イントラ予測部１１０は、ピクチャバッファ１０７に格納された再構築画像であって現在のフレームと表示時刻が同一である再構築画像を利用してイントラ予測信号を生成する。イントラ予測に関連する情報として、イントラ予測のブロックサイズを示すイントラ予測モード、および方向を示すイントラ予測方向がある。

【００４７】

フレーム間予測部１１１は、現在のフレームと表示時刻が異なる、デコードピクチャバッファ１０９に格納された参照画像を利用してフレーム間予測信号を生成する。フレーム間予測に関連する情報として、フレーム間予測のブロックサイズを示すフレーム間予測モード、フレーム間予測の方向を示すフレーム間予測方向、デコードピクチャバッファ１０９に格納された参照ピクチャを同定する参照ピクチャインデックス、フレーム間予測の動きベクトルなどがある。

40

【００４８】

符号化制御部１１２は、イントラ予測信号およびフレーム間予測信号とＭＢバッファ１０１に格納されている入力ＭＢとを比較して、予測誤差画像ブロックのエネルギーが小さくなる予測信号を選択し、スイッチ１００を制御する。選択された予測信号に関連する情報は、エントロピー符号化部１０４に供給される。

50

【0049】

また、符号化制御部112は、入力MBまたは予測誤差画像ブロックに基づいて、予測誤差画像ブロックの周波数変換に適した整数DCTの基底ブロックサイズを選択する。選択された整数DCTの基底サイズは、周波数変換部102およびエントロピー符号化部104に供給される。通常、入力MBまたは予測誤差画像ブロックの画素値が平坦になる程、より大きな基底ブロックサイズが選択される。換言すると、大きな基底ブロックサイズの再構築画像ブロックでは再構築画像は平坦である。なお、予測誤差画像ブロックのエネルギーが小さくなる予測信号がイントラ予測信号である場合には、選択された整数DCTの基底サイズはイントラ予測モードのブロックサイズと同一である。

【0050】

10

さらに、符号化制御部112は、目標ビット数以下でフレームを符号化するために、エントロピー符号化部104が出力するビットストリームのビット数を監視する。そして、出力されるビットストリームのビット数が目標ビット数よりも多ければ量子化ステップサイズを大きくする量子化パラメータを出力し、逆に出力されるビットストリームのビット数が目標ビット数よりも少なければ量子化ステップサイズを小さくする量子化パラメータを出力する。そのようにして、出力ビットストリームは目標のビット数に近づくように符号化される。

【0051】

周波数変換部102は、選択された整数DCTの基底サイズで、予測誤差画像ブロックを周波数変換して空間領域から周波数領域に変換する。

20

【0052】

量子化部103は、変換係数を、符号化制御部112が供給する量子化パラメータに対応する量子化ステップサイズで量子化する。

【0053】

エントロピー符号化部104は、選択された予測信号に関連する情報、整数DCTの基底サイズ、および量子化インデックスをエントロピー符号化して、そのビット列すなわちビットストリームとして出力する。

【0054】

逆量子化部105および逆変換部106は、以後の符号化のために、量子化部103から供給される量子化インデックスを逆量子化し、さらに逆周波数変換して元の空間領域に戻す。すなわち、再構築予測誤差画像ブロックを生成する。

30

【0055】

ピクチャバッファ107には、現在のフレームに含まれるすべてのMBが符号化されるまで、再構築予測誤差画像ブロックに予測信号が加えられた再構築画像ブロックが格納される。

【0056】

雑音混入器113は、擬似ランダム雑音 $n(i)$ を発生する。擬似ランダム雑音 $n(i)$ を、例えば、式(1)による線形合同法などに基づいて発生すればよい。

【0057】

$$n(i) = (a \times n(i-1) + b) \% c \quad \dots (1)$$

40

【0058】

ただし、 a 、 b および c は擬似ランダム雑音の周期を決定するパラメータであり、 $a > 0$ 、 $b > 0$ 、 $a \leq c$ 、 $b < c$ である、また、 $x \% y$ は、 x を y で割った余りを返す処理を示す。

【0059】

なお、本発明では、擬似ランダム雑音の発生方法としてどのような発生方法も使用可能であるが、擬似ランダム雑音の発生器は所定の映像符号化単位または映像復号単位でリセットされることが可能であることが望ましい。図2は、擬似ランダム雑音の発生器を所定の映像符号化単位または映像復号単位でリセットする他の実施形態におけるリセットを説明するための説明図である。所定の映像符号化単位または映像復号単位として、例えば、

50

各フレームの先頭MB（図2（a）参照）、各フレーム内での複数のMB毎（図2（b）参照）、再構築画像の画素の依存関係を利用したMBの組毎などがある。擬似ランダム雑音の発生器を所定の映像符号化単位または映像復号単位でリセットすることによって、例えば、図2（a）に示された例では映像復号のためのランダムアクセス性を改善でき、図2（b）に示された例では映像符号化および映像復号それぞれの並列処理性を改善できる。

【0060】

例えば、符号化制御部112は、所定の映像符号化単位で、上述した線形合同法に基づく擬似ランダム雑音の発生器における擬似ランダム雑音 $n(i)$ の初期値 $n(0)$ を所定値でリセットすればよい。また、映像符号化装置は、リセットの所定値または所定値を同定するための情報をビットストリームに埋め込んでもよい。映像復号装置は、ビットストリームに埋め込まれたリセットの所定値または所定値を同定するための情報を読み出し、その情報に基づいて擬似ランダム雑音を発生することによって、映像符号化側と同一の擬似ランダム雑音を発生できるので、映像符号化と映像復号間での擬似ランダム雑音に起因する画像のミスマッチを回避できる。

10

【0061】

ピクチャバッファ107とブロック歪み除去フィルタ部108の間にある加算器は、再構築画像ピクチャの各位置 (i, j) $\{0 \leq i \leq width - 1, 0 \leq j \leq height - 1\}$ の画素 r_{ij} に、式（2）によって擬似ランダム雑音 $n_{i,j}$ （式（1）の $n(i)$ ）を適当な方法で並び替えたとする）を混入させる。

20

【0062】

$$r_{ij} = ((r_{ij} \ll 6) + (n_{i,j} \% 64) + 32) \gg 6 \quad \dots (2)$$

【0063】

ただし、 $width$ と $height$ は、それぞれフレームの水平解像度、垂直解像度である。

【0064】

式（2）に示すように、擬似ランダム雑音の影響強度が絶対値で1画素以下になるように、64で割った余りが加えられている。擬似ランダム雑音の影響強度を絶対値で1画素以下にすることによって、擬似ランダム雑音混入によるPSNR（Peak Signal to Noise Ratio）の低下を抑制できる。

30

【0065】

ブロック歪み除去フィルタ部108は、雑音が入力された再構築画像ピクチャに対してブロック歪みを除去する。以下、ブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャをブロック歪み除去再構築画像ピクチャという。

【0066】

符号化制御部112は、入力フレーム（入力ピクチャ）とブロック歪み除去再構築画像ピクチャとを利用して、ブロック歪み除去再構築画像ピクチャの平均2乗誤差が最小になるウィナーフィルタを構成する。

【0067】

入力ピクチャを S 、ウィナーフィルタ適用前のブロック歪み除去再構築画像ピクチャを X 、ウィナーフィルタ適用後のブロック歪み除去再構築画像ピクチャを X' とすると、平均2乗誤差 $E[e^2]$ は式（3）で定義される。

40

【0068】

【数1】

$$E[e^2] = E[(x' - s)^2] = E[(x * h - s)^2]$$

$$= \sum_{\tau} \sum_{\theta}^{n-1} h(\tau) h(\theta) R_{xx}(\tau - \theta) - E[s^2] - 2 \sum_{\tau}^{n-1} h(\tau) R_{sx}(\tau) \quad \dots (3)$$

50

【0069】

ただし、*は畳み込み演算、 $h(\tau)$ ($0 \leq \tau \leq n-1$) はウィナーフィルタのフィルタ係数、 R_{xx} はXの自己相関係数、 R_{sx} はSとXの相互相関係数である。式(3)を各フィルタ係数について偏微分し、左辺をゼロとすると、以下の式(4)の関係式(Wien er-hops equations)が得られる。

【0070】

【数2】

$$\begin{bmatrix} R_{sx}(0) \\ R_{sx}(1) \\ \vdots \\ R_{sx}(n-1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{xx}(0) & R_{xx}(1) & \cdots & R_{xx}(n-1) \\ R_{xx}(1) & R_{xx}(0) & \cdots & R_{xx}(n-2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ R_{xx}(n-1) & R_{xx}(n-2) & \cdots & R_{xx}(0) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h(0) \\ h(1) \\ \vdots \\ h(n-1) \end{bmatrix} \quad \dots(4) \quad 10$$

【0071】

左辺の列ベクトルをY、右辺の行列および列ベクトルをそれぞれAおよびXとすると、 $Y = AX$ となり、ガウスの消去法を適用することによって、ウィナーフィルタのフィルタ係数 $h(\tau)$ を計算できる。すなわち、ウィナーフィルタを構成することができる。

【0072】

符号化制御部112が計算したウィナーフィルタhは、ウィナーフィルタ部114とエントロピー符号化部104とに供給される。エントロピー符号化部104は、供給されたウィナーフィルタhのフィルタ係数をビットストリームに多重化する。 20

【0073】

ウィナーフィルタ部114は、計算したウィナーフィルタhをブロック歪み除去再構築画像ピクチャXに適用する。定式的には、式(5)のようになる。

【0074】

$$X' = X * h \quad \dots (5)$$

【0075】

デコードピクチャバッファ109は、ウィナーフィルタを適用後のブロック歪み除去画像ピクチャX'を参照画像ピクチャとして格納する。なお、参照画像ピクチャの画像は、フレーム間予測信号を生成するための参照画像として利用される。 30

【0076】

本実施形態の映像符号化装置は、上記のような処理によってビットストリームを生成する。

【0077】

本実施形態の映像符号化装置は、ブロック歪み除去前の再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて、ブロック歪み除去後の再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用する。擬似ランダム雑音の混入によって、特に平坦領域において、ブロック歪み除去フィルタ部に階段アーティファクトの低減効果を与えることができる。また、特に平坦領域において、ウィナーフィルタに輪郭アーティファクトの低減効果を与えることができる。すなわち、本実施形態の映像符号化装置では、輪郭および階段アーティファクトを効率的に低減するために、擬似ランダム雑音混入とウィナーフィルタとが好適に組み合わせられている。さらに、擬似ランダム雑音の影響強度を絶対値で1画素以下になる擬似ランダム雑音を利用することによって、擬似ランダム雑音混入によるPSNRの低下とフレーム間差分の発生に起因する圧縮効率の低下の双方を抑制できる。 40

【0078】

実施形態2.

図3は、本発明の第2の実施形態のブロック図であり、ブロック歪み除去後の再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させ、さらにウィナーフィルタを適用する映像符号化装置を示すブロック図である。 50

【0079】

図3に示すように、本実施形態の映像符号化装置は、MBバッファ101、周波数変換部102、量子化部103、エントロピー符号化部104、逆量子化部105、逆周波数変換部106、ピクチャバッファ107、ブロック歪み除去フィルタ部108、デコードピクチャバッファ109、イントラ予測部110、フレーム間予測部111、符号化制御部112およびスイッチ100に加えて、雑音混入器113およびウィナーフィルタ部114を備えている。

【0080】

本実施形態の映像符号化装置を図1に示された第1実施形態の映像符号化装置とは異なり、ブロック歪み除去フィルタ部108によってブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャが、雑音混入器113から供給される擬似ランダム雑音が混入させられた後にウィナーフィルタ部114に供給されている。

10

【0081】

MBバッファ101は、入力画像フレームの符号化対象MBの画素値を格納する。

【0082】

MBバッファ101から供給される入力MBから、スイッチ100を介してイントラ予測部110またはフレーム間予測部111から供給される予測信号が減じられる。

【0083】

イントラ予測部110は、ピクチャバッファ107に格納された再構築画像であって現在のフレームと表示時刻が同一である再構築画像を利用してイントラ予測信号を生成する。イントラ予測に関連する情報として、イントラ予測のブロックサイズを示すイントラ予測モード、および方向を示すイントラ予測方向がある。

20

【0084】

フレーム間予測部111は、現在のフレームと表示時刻が異なる、デコードピクチャバッファ109に格納された参照画像を利用してフレーム間予測信号を生成する。フレーム間予測に関連する情報として、フレーム間予測のブロックサイズを示すフレーム間予測モード、フレーム間予測の方向を示すフレーム間予測方向、デコードピクチャバッファ109に格納された参照ピクチャを同定する参照ピクチャインデックス、フレーム間予測の動きベクトルなどがある。

【0085】

符号化制御部112は、イントラ予測信号およびフレーム間予測信号とMBバッファ101に格納されている入力MBとを比較して、予測誤差画像ブロックのエネルギーが小さくなる予測信号を選択し、スイッチ100を制御する。選択された予測信号に関連する情報は、エントロピー符号化部104に供給される。

30

【0086】

また、符号化制御部112は、入力MBまたは予測誤差画像ブロックに基づいて、予測誤差画像ブロックの周波数変換に適した整数DCTの基底ブロックサイズを選択する。選択された整数DCTの基底サイズは、周波数変換部102およびエントロピー符号化部104に供給される。通常、入力MBまたは予測誤差画像ブロックの画素値が平坦になる程、より大きな基底ブロックサイズが選択される。換言すると、大きな基底ブロックサイズの再構築画像ブロックでは再構築画像は平坦である。なお、予測誤差画像ブロックのエネルギーが小さくなる予測信号がイントラ予測信号である場合には、選択された整数DCTの基底サイズはイントラ予測モードのブロックサイズと同一である。

40

【0087】

さらに、符号化制御部112は、目標ビット数以下でフレームを符号化するために、エントロピー符号化部104が出力するビットストリームのビット数を監視する。そして、出力されるビットストリームのビット数が目標ビット数よりも多ければ量子化ステップサイズを大きくする量子化パラメータを出力し、逆に出力されるビットストリームのビット数が目標ビット数よりも少なければ量子化ステップサイズを小さくする量子化パラメータを出力する。そのようにして、出力ビットストリームは目標のビット数に近づくように符

50

号化される。

【0088】

周波数変換部102は、選択された整数DCTの基底サイズにて、予測誤差画像ブロックを周波数変換して空間領域から周波数領域に変換する。

【0089】

量子化部103は、変換係数を、符号化制御部112が供給する量子化パラメータに対応する量子化ステップサイズで量子化する。

【0090】

エントロピー符号化部104は、選択された予測信号に関連する情報、整数DCTの基底サイズ、および量子化インデックスをエントロピー符号化して、そのビット列すなわち

10

【0091】

逆量子化部105および逆変換部106は、以後の符号化のために、量子化部103から供給される量子化インデックスを逆量子化し、さらに逆周波数変換して元の空間領域に戻す。すなわち、再構築予測誤差画像ブロックを生成する。

【0092】

ピクチャバッファ107には、現在のフレームに含まれるすべてのMBが符号化されるまで、再構築予測誤差画像ブロックに予測信号が加えられた再構築画像ブロックが格納される。

【0093】

20

ブロック歪み除去フィルタ部108は、ピクチャバッファ107に格納された再構築画像ピクチャに対してブロック歪みを除去する。すなわち、ブロック歪み除去再構築画像ピクチャを生成する。

【0094】

雑音混入器113は、第1実施形態の場合と同様に、擬似ランダム雑音 $n(i)$ を発生する。

【0095】

ブロック歪み除去フィルタ部108とウィナーフィルタ部114との間にある加算器は、第1実施形態の場合と同様に、再構築画像ピクチャの各位置 (i, j) $\{0 \leq i \leq width - 1, 0 \leq j \leq height - 1\}$ の画素 $x_{i,j}$ に、式(6)によって擬似ランダム雑音 $n_{i,j}$ (式(1)の $n(i)$ を適当な方法で並び替えたとする)を混入させる。

30

【0096】

$$x_{i,j} = ((x_{i,j} \ll 6) + (n_{i,j} \% 64) + 32) \gg 6 \quad \dots (6)$$

【0097】

符号化制御部112は、第1実施形態の場合と同様に、入力フレーム(入力ピクチャ)と擬似ランダム雑音を混入させたブロック歪み除去再構築画像ピクチャとを利用して、ブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャの平均2乗誤差が最小となるウィナーフィルタ h を計算する。

【0098】

符号化制御部112が計算したウィナーフィルタ h は、ウィナーフィルタ部114とエントロピー符号化部104とに供給される。エントロピー符号化部104は、供給されたウィナーフィルタ h のフィルタ係数をビットストリームに多重化する。

40

【0099】

ウィナーフィルタ部114は、第1実施形態の場合と同様に、計算したウィナーフィルタ h をブロック歪みが除去されたブロック歪み除去再構築画像ピクチャ X に適用する。定式的には、式(7)のようになる。

【0100】

$$X' = X * h \quad \dots (7)$$

【0101】

デコードピクチャバッファ109は、ウィナーフィルタを適用後のブロック歪み除去画

50

像ピクチャX'を参照画像ピクチャとして格納する。なお、参照画像ピクチャの画像は、フレーム間予測信号を生成するための参照画像として利用される。

【0102】

本実施形態の映像符号化装置は、上記のような処理によってビットストリームを生成する。

【0103】

本実施形態の映像符号化装置は、ブロック歪み除去後の再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて、ブロック歪み除去後の再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用する。擬似ランダム雑音の混入によって、特に平坦領域において、ブロック歪み除去フィルタ部に階段アーティファクトの低減効果を与えることができる。また、特に平坦領域において、ウィナーフィルタに輪郭アーティファクトの低減効果を与えることができる。すなわち、本実施形態の映像符号化装置では、輪郭および階段アーティファクトを効率的に低減するために、擬似ランダム雑音混入とウィナーフィルタとが好適に組み合わせられている。さらに、擬似ランダム雑音の影響強度を絶対値で1画素以下になる擬似ランダム雑音を利用することによって、擬似ランダム雑音混入によるPSNRの低下とフレーム間差分の発生に起因する圧縮効率の低下の双方を抑制できる。

【0104】

実施形態3.

図4は、本発明の第3の実施形態のブロック図であり、ブロック歪み除去後の再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させてウィナーフィルタを適用する映像復号装置を示すブロック図である。なお、本実施形態の映像復号装置は、第1の実施形態の映像符号化装置に対応する映像復号装置である。

【0105】

図4に示すように、本実施形態の映像復号装置は、エントロピー復号部201、逆量子化部202、逆周波数変換部203、ピクチャバッファ204、ブロック歪み除去フィルタ部205、デコードピクチャバッファ206、イントラ予測部207、フレーム間予測部208、復号制御部209およびスイッチ200に加えて、雑音混入器210、ウィナーフィルタ211を備えている。

【0106】

エントロピー復号部201は、ビットストリームをエントロピー復号して、復号対象MBの予測信号に関連する情報、整数DCTの基底サイズ、量子化インデックスを、逆量子化部202および復号制御部209に供給する。また、ビットストリームに多重化されたフィルタ係数も復号制御部209に供給する。

【0107】

イントラ予測部207は、イントラMBに対して、現在復号中のフレームと表示時刻が同一である、ピクチャバッファ204に格納された再構築画像から、復号制御部209を介して供給されるエントロピー復号したイントラ予測モードとイントラ予測方向とに基づいて、イントラ予測信号を生成して、スイッチ200に供給する。

【0108】

フレーム間予測部208は、インターMBに対して、現在復号中のフレームと表示時刻が異なる、デコードピクチャバッファ206に格納された参照画像から、復号制御部209を介して供給されるエントロピー復号したフレーム間予測モード、フレーム間予測方向、および動きベクトルに基づいて、フレーム間予測信号を生成して、スイッチ200に供給する。

【0109】

復号制御部209は、エントロピー復号した予測信号に関連する情報（イントラMBまたはインターMB）に基づいて、スイッチ200を制御し、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を予測信号として出力させる。また、エントロピー復号部201から供給されたフィルタ係数をウィナーフィルタ部211に供給する。

【0110】

逆量子化部 202 および逆変換部 203 は、以後の符号化のために、エントロピー復号部 201 から供給される量子化インデックスを逆量子化し、さらに逆周波数変換して元の空間領域に戻す。すなわち、再構築予測誤差画像ブロックを生成する。

【0111】

ピクチャバッファ 204 には、現在のフレームに含まれるすべての MB が符号化されるまで、再構築予測誤差画像ブロックに予測信号が加えられた再構築画像ブロックが格納される。

【0112】

雑音混入器 113 は、第 1 実施形態の場合と同様に、擬似ランダム雑音 $n(i)$ を発生する。

10

【0113】

ピクチャバッファ 204 とブロック歪み除去フィルタ部 205 の間にある加算器は、第 1 実施形態の場合と同様に、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる。

【0114】

ブロック歪み除去フィルタ部 205 は、雑音が混入された再構築画像ピクチャに対してブロック歪みを除去する。すなわち、ブロック歪み除去再構築画像ピクチャを生成する。

【0115】

ウィナーフィルタ 211 は、第 1 実施形態の場合と同様に、復号制御部 209 から供給されるウィナーフィルタ h をブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャに適用する。

【0116】

20

デコードピクチャバッファ 206 には、ウィナーフィルタを適用後のブロック歪み除去画像ピクチャを参照画像ピクチャとして格納する。また、参照画像ピクチャは、適切な表示タイミングで伸張フレームとして出力される。

【0117】

本実施形態の映像復号装置は、上記のような処理によってビットストリームを伸張する。

【0118】

本実施形態の映像復号装置は、ブロック歪み除去前の再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて、ブロック歪み除去後の再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用する。擬似ランダム雑音の混入によって、特に平坦領域において、ブロック歪み除去フィルタ部に階段アーティファクトの低減効果を与えることができる。また、特に平坦領域において、ウィナーフィルタに輪郭アーティファクトの低減効果を与えることができる。この結果、伸張フレームにおける階段および輪郭アーティファクトを効果的に低減できる。

30

【0119】

実施形態 4.

図 5 は、本発明の第 4 の実施形態のブロック図であり、ブロック歪み除去前の再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて、ブロック歪み除去後の再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用する映像復号装置を示すブロック図である。また、本実施形態の映像復号装置は、第 2 の実施形態の映像符号化装置に対応する映像復号装置である。

40

【0120】

図 5 に示すように、本実施形態の映像復号装置は、エントロピー復号部 201、逆量子化部 202、逆周波数変換部 203、ピクチャバッファ 204、ブロック歪み除去フィルタ部 205、デコードピクチャバッファ 206、イントラ予測部 207、フレーム間予測部 208、復号制御部 209 およびスイッチ 200 に加えて、雑音混入器 210、ウィナーフィルタ 211 を備えている。

【0121】

本実施形態の映像復号装置は、図 4 に示された第 3 の実施形態の映像復号装置とは異なり、ブロック歪み除去フィルタ部 205 でブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャが雑音混入器 210 から供給される擬似ランダム雑音が混入させられてウィナーフィルタ

50

211に供給される。

【0122】

エントロピー復号部201は、ビットストリームをエントロピー復号して、復号対象MBの予測信号に関連する情報、整数DCTの基底サイズおよび量子化インデックスを、逆量子化部202および復号制御部209に供給する。また、ビットストリームに多重化されたフィルタ係数も復号制御部209に供給する。

【0123】

イントラ予測部207は、イントラMBに対して、現在復号中のフレームと表示時刻が同一である、ピクチャバッファ204に格納された再構築画像から、復号制御部209を介して供給されるエントロピー復号したイントラ予測モードとイントラ予測方向とに基づいて、イントラ予測信号を生成して、スイッチ200に供給する。

10

【0124】

フレーム間予測部208は、インターMBに対して、現在復号中のフレームと表示時刻が異なる、デコードピクチャバッファ206に格納された参照画像から、復号制御部209を経由して供給されるエントロピー復号したフレーム間予測モード、フレーム間予測方向および動きベクトルに基づいて、フレーム間予測信号を生成して、スイッチ200に供給する。

【0125】

復号制御部209は、エントロピー復号した予測信号に関連する情報（イントラMBまたはインターMB）に基づいて、スイッチ200を制御し、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を予測信号として供給させる。また、エントロピー復号部201からのフィルタ係数をウィナーフィルタ部211に供給する。

20

【0126】

逆量子化部202および逆変換部203は、以後の符号化のために、エントロピー復号部201から供給される量子化インデックスを逆量子化し、さらに逆周波数変換して元の空間領域に戻す。すなわち、再構築予測誤差画像ブロックを生成する。

【0127】

ピクチャバッファ204には、現在のフレームに含まれるすべてのMBが復号されるまで、再構築予測誤差画像ブロックに予測信号が加えられた再構築画像ブロックが格納される。

30

【0128】

雑音混入器113は、第1実施形態の場合と同様に、擬似ランダム雑音 $n(i)$ を発生する。

【0129】

ピクチャバッファ204とブロック歪み除去フィルタ部205の間にある加算器は、第1実施形態の場合と同様に、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる。

【0130】

ブロック歪み除去フィルタ部205は、雑音が混入された再構築画像ピクチャに対してブロック歪みを除去する。すなわち、ブロック歪み除去再構築画像ピクチャを生成する。

【0131】

ウィナーフィルタ211は、第1実施形態の場合と同様に、復号制御部209から供給されるウィナーフィルタ h をブロック歪みが除去された再構築画像ピクチャに適用する。

40

【0132】

デコードピクチャバッファ206は、ウィナーフィルタを適用後のブロック歪み除去画像ピクチャを参照画像ピクチャとして格納する。また、参照画像ピクチャは、適切な表示タイミングで伸張フレームとして出力される。

【0133】

本実施形態の映像復号装置は、上記のような処理によってビットストリームを伸張する。

【0134】

50

本実施形態の映像復号装置は、ブロック歪み除去後の再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて、ブロック歪み除去後の再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用する。擬似ランダム雑音の混入によって、特に平坦領域において、ウィナーフィルタに輪郭アーティファクトの低減効果を与えることができる。この結果、伸張フレームにおける階段および輪郭アーティファクトを効果的に低減できる。

【0135】

次に、他の実施形態を説明する。他の実施形態として、画素値の変動量を利用する実施形態が考えられる。

【0136】

輪郭および階段アーティファクトは、画素値の変動量が小さい平坦な画像領域で顕著になる傾向がある。この傾向に着目し、上述した雑音混入器が、再構築画像の画素値の変動量を計算し、計算した画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入位置を決定する実施形態も考えられる。画素値の変動量を利用することによって、適切な量の擬似ランダム雑音を混入させて、輪郭および階段アーティファクトに対する人間の視覚感度をより低減できる。

【0137】

例えば、雑音混入器が、再構築画像ピクチャの各位置 (i, j) $\{0 \leq i \leq \text{width} - 1, 0 \leq j \leq \text{height} - 1\}$ の画素 $x_{i,j}$ について、式 (8) によって周辺画素値 $(x_{i+m, j+n} \mid -w \leq m \leq w, -h \leq n \leq h)$ の変動量 $pV_{i,j}$ を計算する。

【0138】

【数3】

$$pV_{i,j} = \sum_{n=-h}^h \sum_{m=-w}^w \left\{ \left| x_{i+m,j+n} - x_{i+m+1,j+n} \right| + \left| x_{i+m,j+n} - x_{i+m,j+n+1} \right| \right\} \quad \dots (8)$$

【0139】

そして、例えば式 (9) に基づいて、所定のしきい値 th よりも $pV_{i,j}$ が小さい位置の画素 $x_{i,j}$ のみに擬似ランダム雑音 $n_{i,j}$ を混入させる。

【0140】

【数4】

$$x_{ij} = \begin{cases} ((x_{ij} \ll 6) + (n_{ij} \% 64) + 32) \gg 6 & \dots \text{ if } (pV_{i,j} < th) \\ x_{ij} & \dots \text{ Otherwise} \end{cases} \quad \dots (9)$$

【0141】

第1から第4の実施形態の映像符号化装置および映像復号装置に対して、画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入位置を決定する雑音混入器を適用した場合には、映像符号化装置の構成は図6または図7に示すようになり、映像復号装置の構成は図8または図9に示すようになる。

【0142】

すなわち、図6および図7に示すように、映像符号化装置において、雑音混入器113は、ピクチャバッファ107に格納されている参照画像ピクチャ（ブロック歪み除去画像ピクチャ）を入力し、再構築画像の画素値の変動量を計算する。また、図8および図9に示すように、映像復号装置において、雑音混入器210は、ピクチャバッファ204に格納されている参照画像ピクチャ（ブロック歪み除去画像ピクチャ）を入力し、再構築画像の画素値の変動量を計算する。

【0143】

図6および図7に示す映像符号化装置は、ブロック歪み除去前の再構築画像の画素値の変動量を利用しているのに対して、図8および図9に示す映像符号化装置および映像復号装置は、ブロック歪み除去後の再構築画像の画素値の変動量を利用する。ただし、図8お

10

20

30

40

50

よび図9に示す映像符号化装置および映像復号装置は、ブロック歪み除去前の再構築画像の画素値の変動量を利用することもできるが、ブロック歪の影響を受けた画素値の変動量となる。

【0144】

なお、式(8)で示される画素値の変動量の代わりに、周辺画素値の分散、周辺画素値の最大画素値と最小画素値の差分など、平坦な画像領域を検出するための画像メトリックを利用してもよい。

【0145】

また、他の実施形態として、伸張情報を用いる実施形態が考えられる。

【0146】

上述した雑音混入器が、再構築画像の画素値の変動量を計算し、計算した画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入位置を決定する実施形態では、変動量の計算量に伴う映像符号化および映像復号の計算効率が低下するおそれがある。

【0147】

再構築画像ブロックに関連した伸張情報からブロック内やブロック境界における再構築画像の画素値の変動量を推定し、推定した画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入位置または擬似ランダム雑音混入候補位置を決定する実施形態も考えられる。ただし、擬似ランダム雑音混入候補位置を、上述した計算された再構築画像の画素値の変動量に基づいて擬似ランダム雑音混入位置として決定される画素位置とする。

【0148】

例えば、雑音混入器が、再構築画像ピクチャの画像に関連した伸張情報として、予測信号に関連する情報、整数DCTの基底サイズに関する情報、有意な交流(Alternate Current (AC))の量子化インデックスを利用して、変動量を推定する。そのように構成されることによって、再構築画像のすべての画素値を比較して画素値の変動量を計算することなく、輪郭および階段アーティファクトを効率的に低減できる。

【0149】

第1から第4の実施形態の映像符号化装置および映像復号装置に対して、変動量を推定する雑音混入器を適用した場合には、映像符号化装置の構成は図10または図11に示すようになり、映像復号装置の構成は図12または図13に示すようになる。

【0150】

すなわち、図10および図11に示すように、映像符号化装置において、雑音混入器113は、ピクチャバッファ107に格納されている参照画像ピクチャ(ブロック歪み除去画像ピクチャ)を入力するとともに、エントロピー符号化部104に入力される選択された予測信号に関連する情報、整数DCTの基底サイズ、および量子化インデックスを入力し、再構築画像の画素値の変動量を推定する。また、図12および図13に示すように、映像復号装置において、雑音混入器210は、ピクチャバッファ204に格納されている参照画像ピクチャ(ブロック歪み除去画像ピクチャ)を入力するとともに、エントロピー復号部201から出力されるビットストリームをエントロピー復号して、復号対象MBの予測信号に関連する情報、整数DCTの基底サイズ、量子化インデックスを入力し、再構築画像の画素値の変動量を推定する。

【0151】

それらの映像符号化装置および映像復号装置は、平坦な予測信号となる予測の種類、大きな整数DCTの基底サイズ、有意なACの量子化インデックスが少ないパターンのいずれかを満たす再構築画像を画素値の変動量が小さいと推定し、推定結果に基づいて擬似ランダム雑音混入位置または擬似ランダム雑音混入候補位置を決定できる。

【0152】

なお、平坦な予測信号となる予測の種類として、DC(図14および図15(b)の「2」参照)、水平(図14と図15(b)の「1」参照)、および垂直(図14および図15(b)の「0」参照)のイントラ予測がある。

【0153】

D C、水平および垂直の方向のイントラ予測の再構築画像を画素値の変動量が小さいと推定する根拠は、非特許文献 6 に記載されているように、D C、水平および垂直それぞれのイントラ予測方向の予測信号のアダマール変換については、有意な変換係数は特定の成分のみにしか発生しないことに基づいている。具体的には、D C のイントラ予測方向については D C のみの有意な変換係数、水平のイントラ予測方向については D C および垂直成分の A C のみの有意な変換係数、垂直のイントラ予測方向については D C および水平成分の A C のみの有意な変換係数になる。

【0154】

有意な変換係数が特定の成分のみにしか発生しないことは、D C のイントラ予測方向については画像の変動量がゼロ（すなわち、平坦な予測信号）、水平のイントラ予測方向については水平方向の画像の変動量がゼロ（すなわち、水平方向に平坦な予測信号）、垂直のイントラ予測方向については垂直方向の画像の変動量がゼロ（すなわち、垂直方向に平坦な予測信号）であることを示している。

10

【0155】

有意な変換係数が特定の成分のみにしか発生しないことと平坦な予測信号との関連は、アダマール変換だけでなく整数 D C T についても成立するため、D C、水平および垂直のイントラ予測に基づく再構築画像を画素値の変動量が小さいと推定できる。

【0156】

また、大きな整数 D C T の基底サイズに基づく再構築画像を画素値の変動量が小さいと推定する根拠は、入力 M B が平坦な程、すなわち、変動量が小さい程、より大きなブロックサイズが選択されることに基づいている。

20

【0157】

有意な A C の量子化インデックスが少ないパターンの再構築画像を画素値の変動量が小さいと推定する根拠は、整数 D C T の A C が画像の変動量に対応していることに基づいている。なお、高周波数成分の A C が低周波数成分の A C よりも大きな変動量になるので、有意な高周波数成分の A C 量子化インデックスが少ないパターンの再構築画像を画素値の変動量が小さいと推定してもよい（なお、前記有意な A C の量子化インデックスが少ないパターンには、あらかじめ定められた低周波数成分だけに有意な A C の量子化インデックスが存在するパターン、または、すべての周波数成分にわたって有意な A C の量子化インデックスが疎に存在するパターンが利用できる。）。

30

【0158】

以上のことから明らかなように、平坦な予測信号となる予測の種類、大きな整数 D C T の基底サイズ、有意な A C の量子化インデックスが少ないパターンのいずれかの組み合わせ、または、全てに基づいて、再構築画像の画素値の変動量を推定し、擬似ランダム雑音混入位置または擬似ランダム雑音混入候補位置を決定することもできる。

【0159】

さらに、雑音混入器が、再構築画像ブロックの伸張情報に基づいて擬似ランダム雑音の混入候補位置を決定し、混入候補位置について再構築画像ピクチャの画像の変動量に基づいて擬似ランダム雑音混入候補位置を決定するようにしてもよい。

40

【0160】

また、伸張情報として量子化パラメータを利用し、量子化ステップサイズが小さい再構築画像に対して、擬似ランダム雑音を小さく調整して擬似ランダム雑音を混入させないようにする実施形態も考えられる。そのように構成することによって、量子化ステップサイズが小さくなる高ビットレート符号化において、擬似ランダム雑音混入による悪影響を低減できる。

【0161】

また、他の実施形態として、オフセット係数付きのウィナーフィルタを用いる実施形態が考えられる。

【0162】

すなわち、上記の各実施形態のウィナーフィルタにおいて、直流（Direct Current（D

50

C)) ゲインを補正するための、オフセット係数を用いるウィナーフィルタを用いる実装形態も考えられる。

【0163】

offsetを含めたモデルの平均2乗誤差 $E[e^2]$ およびWiener-hops equations を以下の式(10) および式(11)に示す。式(11)における $E_x(m)$ は、式(12)で示される。

【0164】

【数5】

$$E[e^2] = \sum_{\tau}^{n-1} \sum_{\theta}^{n-1} h(\tau)h(\theta)R_{xx}(\tau-\theta) + \text{offset}^2 - E[s^2] \quad 10$$

$$+ 2 \cdot \text{offset} \sum_{\tau}^{n-1} h(\tau)E_x(\tau) - 2 \cdot \text{offset}E[s] - 2 \sum_{\tau}^{n-1} h(\tau)R_{sx}(\tau) \quad \dots (10)$$

【0165】

【数6】

$$\begin{bmatrix} R_{sx}(0) \\ R_{sx}(1) \\ \vdots \\ R_{sx}(n-1) \\ E[s] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{xx}(0) & R_{xx}(1) & \cdots & R_{xx}(n-1) & E_x(0) \\ R_{xx}(1) & R_{xx}(0) & \cdots & R_{xx}(n-2) & E_x(1) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ R_{xx}(n-1) & R_{xx}(n-2) & \cdots & R_{xx}(0) & E_x(n-1) \\ E_x(0) & E_x(1) & \cdots & E_x(n-1) & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h(0) \\ h(0) \\ \vdots \\ h(n-1) \\ \text{offset} \end{bmatrix} \quad \dots (11) \quad 20$$

【0166】

【数7】

$$E_x(m) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x(n+m) \quad \dots (12) \quad 30$$

【0167】

式(11)で表されるWiener-hops equations に基づく、 $h(\tau) \{0 \leq \tau \leq n-1\}$ とoffsetのフィルタ係数のウィナーフィルタを利用することによって、擬似ランダム雑音混入によるDCゲインのずれが補正される効果が得られる。なお、オフセットの値として、式(11)にて得られたoffsetを全ての画素位置で使う代わりに、offsetを平均値として持つランダム雑音(一様分布、ガウス分布、またはラプラス分布のランダム雑音)を用いる実施形態も考えられる。このランダム雑音を用いる実施形態においては、雑音混入器が擬似ランダム雑音を画像に混入をさせなくても、ウィナーフィルタがその代わりに擬似ランダム雑音を混入させることができる。 40

【0168】

また、上記の各実施形態を、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。

【0169】

図16に示す情報処理システムは、プロセッサ1001、プログラムメモリ1002、映像データを格納するための記憶媒体1003およびビットストリームを格納するための記憶媒体1004を備えている。記憶媒体1003と記憶媒体1004とは、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、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。

【0170】

図 16 に示された情報処理システムにおいて、プログラムメモリ 1002 には、図 1 ～図 5（図 2 を除く）、図 6 ～図 9、図 10 ～図 13 のそれぞれに示された各ブロック（バッファのブロックを除く）の機能を実現するためのプログラムが格納される。そして、プロセッサ 1001 は、プログラムメモリ 1002 に格納されているプログラムに従って処理を実行することによって、図 1 ～図 5（図 2 を除く）、図 6 ～図 9、図 10 ～図 13 のそれぞれに示された映像符号化装置または映像復号装置の機能を実現する。

【0171】

図 17 は、本発明による映像符号化装置の主要構成を示すブロック図である。図 17 に示すように、本発明による映像符号化装置は、画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算する予測手段 11 と、画像ブロックの量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得る逆量子化手段 12 と、逆量子化手段 12 によって得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得る逆周波数変換手段 13 と、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を逆周波数変換手段 13 によって得られた再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得る再構築手段 14 と、再構築手段 14 によって得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして格納する再構築画像格納手段 15 と、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる雑音混入手段 16 と、擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用するウィナーフィルタ手段 17 と、ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして格納する参照画像格納手段 18 とを備えている。

【0172】

また、上記の各実施形態では、雑音混入手段が、再構築画像の画素値の変動量を計算し、計算した画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入位置を決定する映像符号化装置も開示されている。

【0173】

また、再構築画像ブロックに関連した伸張情報からブロック内やブロック境界における再構築画像の画素値の変動量を推定し、推定した画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入候補位置を決定する手段を備えた映像符号化装置も開示されている。

【0174】

また、上記の各実施形態では、雑音混入手段を所定の映像符号化単位でリセットするリセット手段（例えば、符号化制御部 112 で実現される。）を備えた映像符号化装置も開示されている。

【0175】

図 18 は、本発明による映像復号装置の主要構成を示すブロック図である。図 18 に示すように、本発明による映像復号装置は、ビット列をエントロピー復号して量子化インデックスを計算するエントロピー復号手段 20 と、画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算する予測手段 21 と、量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得る逆量子化手段 22 と、逆量子化手段 22 によって得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得る逆周波数変換手段 23 と、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を逆周波数変換手段 23 によって得られた再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得る再構築手段 24 と、再構築手段 24 によって得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして格納する再構築画像格納手段 25 と、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させる雑音混入手段 26 と、擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用するウィナーフィルタ手段 27 と、ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして格納する参照画像手段 28 とを備えている。

【0176】

また、上記の各実施形態では、雑音混入手段が、再構築画像の画素値の変動量を計算し、計算した画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入位置を決定する映像復号装置も開示されている。

【0177】

また、再構築画像ブロックに関連した伸張情報からブロック内やブロック境界における再構築画像の画素値の変動量を推定し、推定した画素値の変動量の大小に基づいて擬似ランダム雑音混入候補位置を決定する手段を備えた映像復号装置も開示されている。

【0178】

また、上記の各実施形態では、雑音混入手段を所定の映像復号単位でリセットするリセット手段（例えば、復号制御部209で実現される。）を備えた映像復号装置も開示されている。

【0179】

図19は、本発明による映像符号化方法の主要ステップを示すフローチャートである。図19に示すように、本発明による映像符号化方法では、画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算し（ステップS11）、画像ブロックの量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得て（ステップS12）、得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得て（ステップS13）、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得て（ステップS14）、得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして再構築画像格納手段に格納し（ステップS15）、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて（ステップS16）、擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用し（ステップS17）、ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして参照画像格納手段に格納する（ステップS18）。

【0180】

図20は、本発明による映像復号方法の主要ステップを示すフローチャートである。図20に示すように、本発明による映像復号方法では、ビット列をエントロピー復号して量子化インデックスを計算し（ステップS20）、画像ブロックに対するイントラ予測信号またはフレーム間予測信号を計算し（ステップS21）、量子化インデックスを逆量子化して量子化代表値を得て（ステップS22）、得られた量子化代表値を逆変換して再構築予測誤差画像ブロックを得て（ステップS23）、イントラ予測信号またはフレーム間予測信号を再構築予測誤差画像ブロックに加えて再構築画像ブロックを得て（ステップS24）、再構築手段によって得られた再構築画像ブロックを再構築画像ピクチャとして再構築画像格納手段に格納し（ステップS25）、再構築画像ピクチャに擬似ランダム雑音を混入させて（ステップS26）、擬似ランダム雑音が混入させられた再構築画像ピクチャにウィナーフィルタを適用し（ステップS27）、ウィナーフィルタが適用された再構築画像ピクチャをフレーム間予測の参照画像ピクチャとして参照画像手段に格納する（ステップS28）。

【0181】

以上、実施形態および実施例を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態および実施例に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のScope内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【0182】

この出願は、2009年11月30日に出願された日本特許出願2009-272179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。

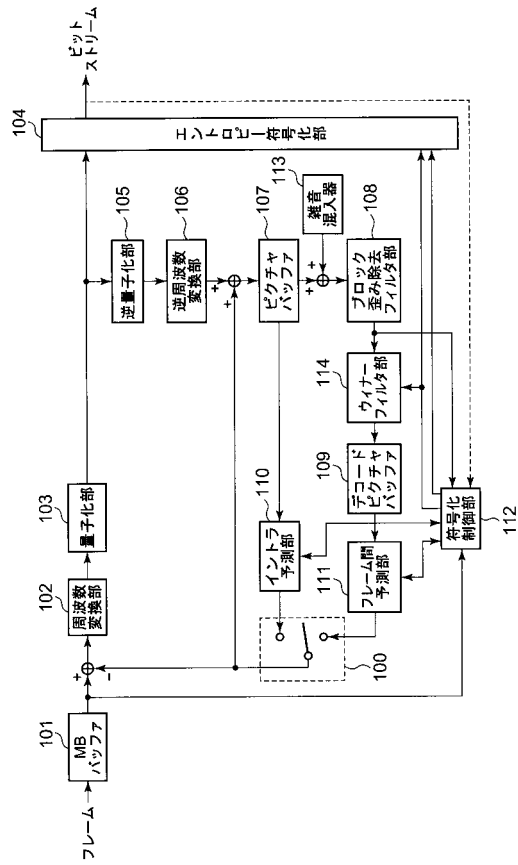
【符号の説明】

【0183】

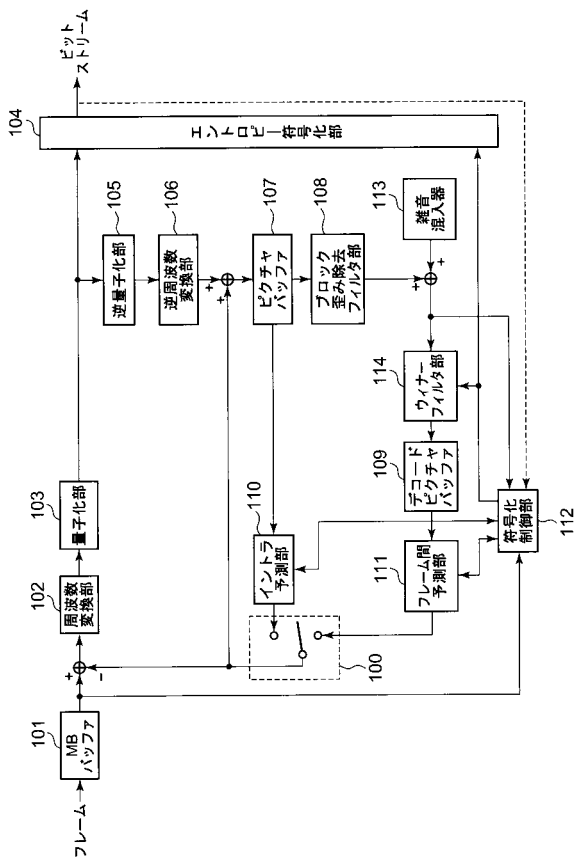
- 11 予測手段
- 12 逆量子化手段
- 13 逆周波数変換手段
- 14 再構築手段
- 15 再構築画像格納手段
- 16 雑音混入手段

1 7	ウィナーフィルタ手段	
1 8	参照画像格納手段	
2 0	エントロピー復号手段	
2 1	予測手段	
2 2	逆量子化手段	
2 3	逆周波数変換手段	
2 4	再構築手段	
2 5	再構築画像格納手段	
2 6	雑音混入手段	
2 7	ウィナーフィルタ手段	10
2 8	参照画像格納手段	
1 0 0	スイッチ	
1 0 1	M Bバッファ	
1 0 2	周波数変換部	
1 0 3	量子化部	
1 0 4	エントロピー符号化部	
1 0 5	逆量子化部	
1 0 6	逆周波数変換部	
1 0 7	ピクチャバッファ	
1 0 8	ブロック歪み除去フィルタ部	20
1 0 9	デコードピクチャバッファ	
1 1 0	イントラ予測部	
1 1 1	フレーム間予測部	
1 1 2	符号化制御部	
1 1 3	雑音混入器	
1 1 4	ウィナーフィルタ部	
2 0 0	スイッチ	
2 0 1	エントロピー復号部	
2 0 2	逆量子化部	
2 0 3	逆周波数変換部	30
2 0 4	ピクチャバッファ	
2 0 5	ブロック歪み除去フィルタ部	
2 0 6	デコードピクチャバッファ	
2 0 7	イントラ予測部	
2 0 8	フレーム間予測部	
2 0 9	復号制御部	
2 1 0	雑音混入器	
2 1 1	ウィナーフィルタ部	
1 0 0 1	プロセッサ	
1 0 0 2	プログラムメモリ	40
1 0 0 3	記憶媒体	
1 0 0 4	記憶媒体	

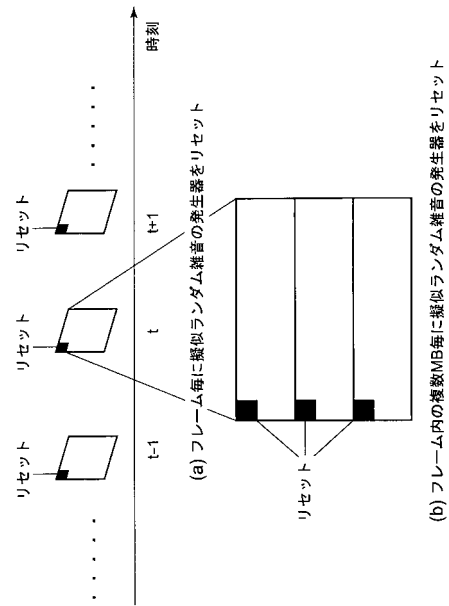
【図 1】



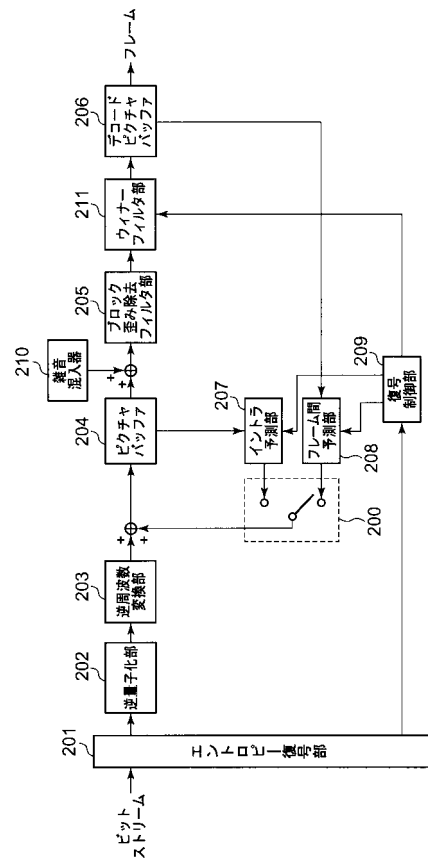
【図 3】



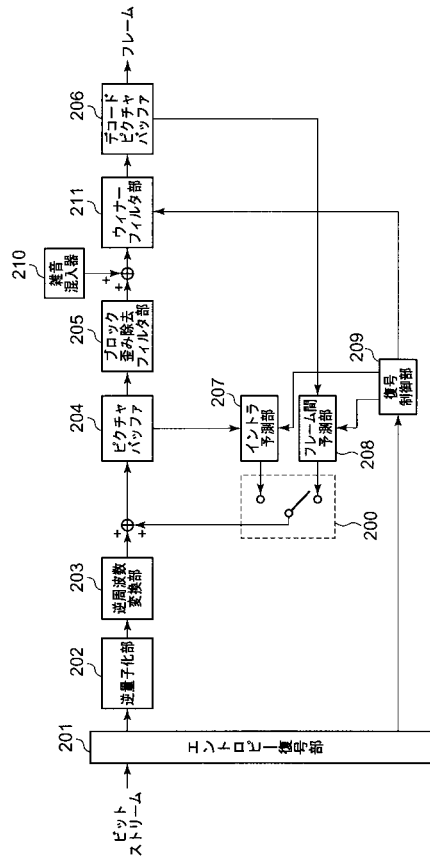
【図 2】



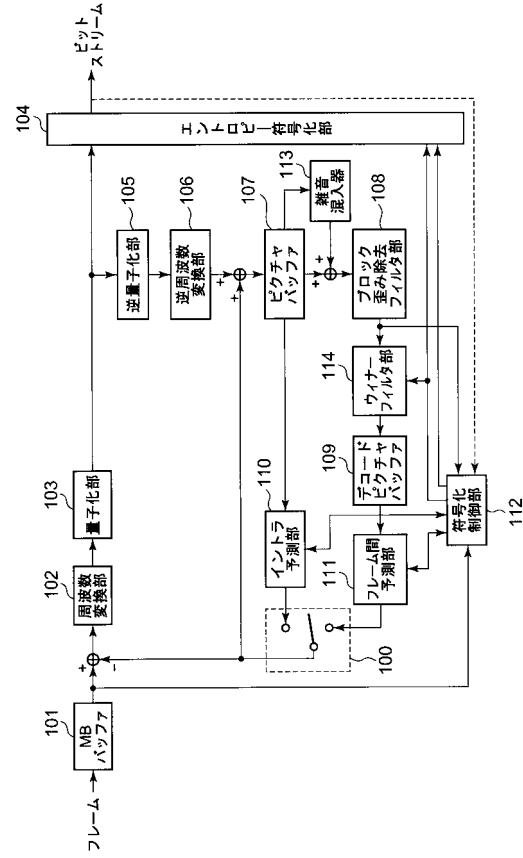
【図 4】



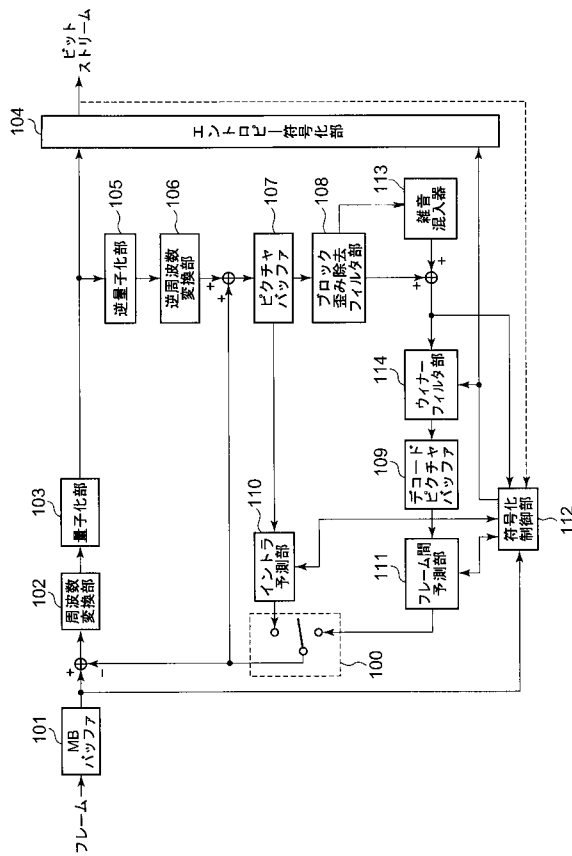
【図 5】



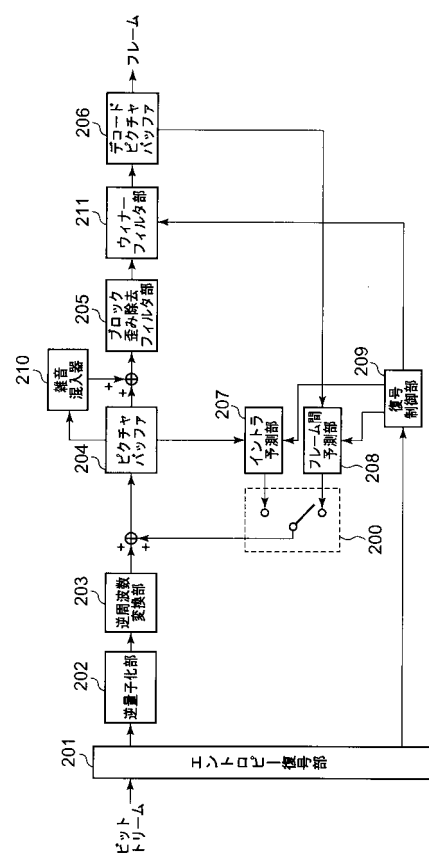
【図 6】



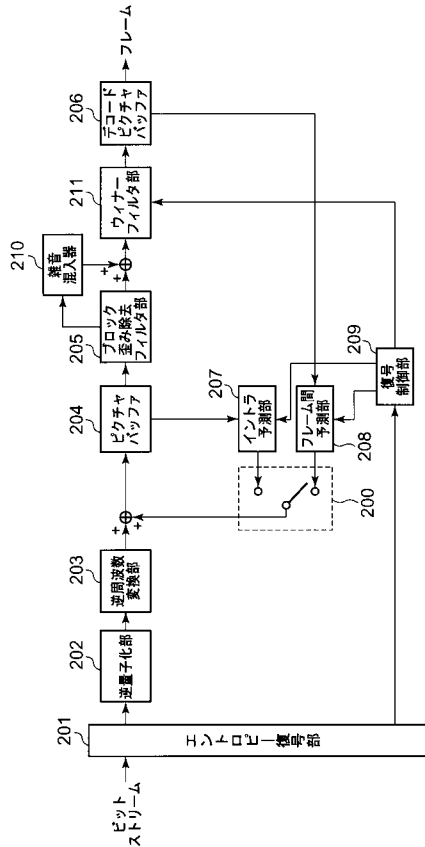
【図 7】



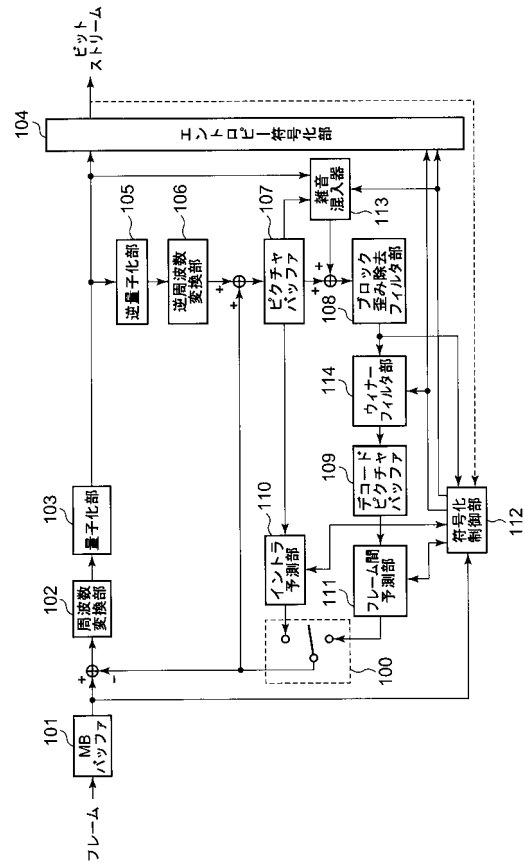
【図 8】



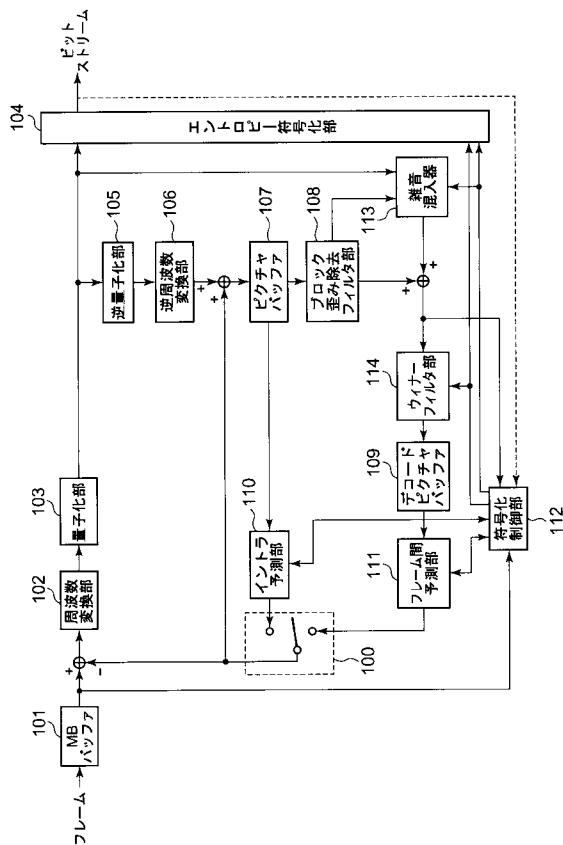
【図 9】



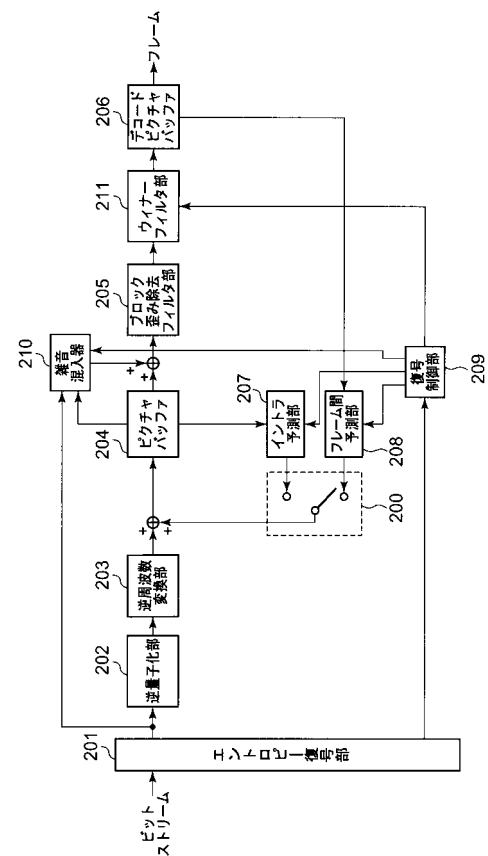
【図 10】



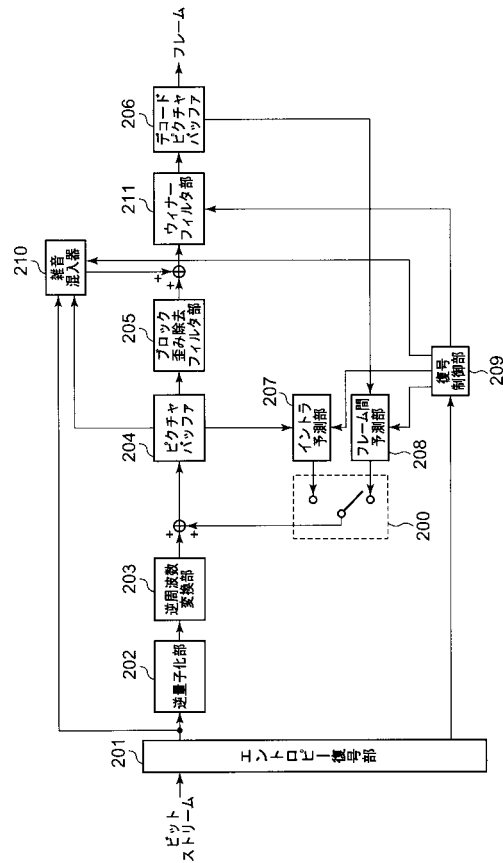
【図 11】



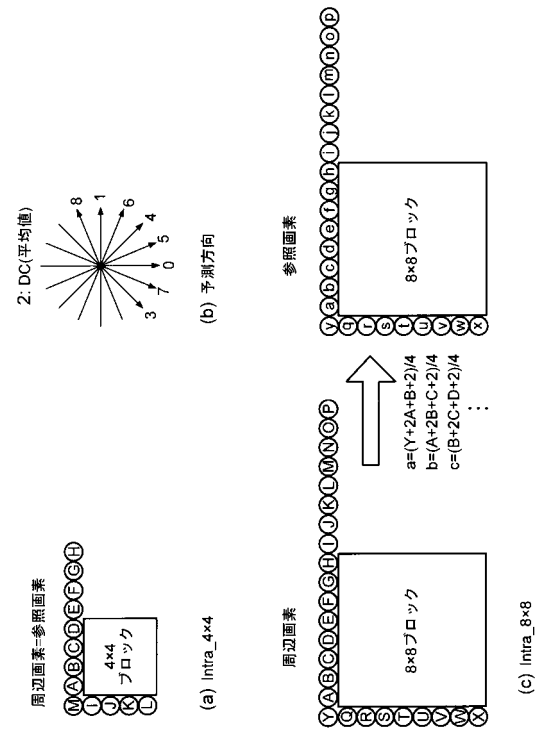
【図 12】



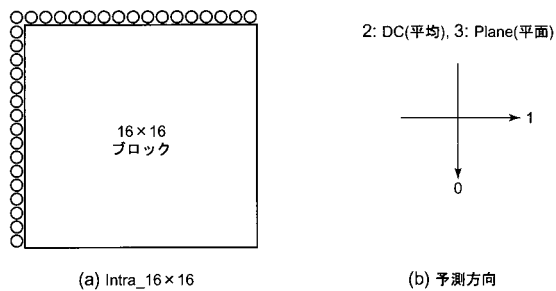
【図 13】



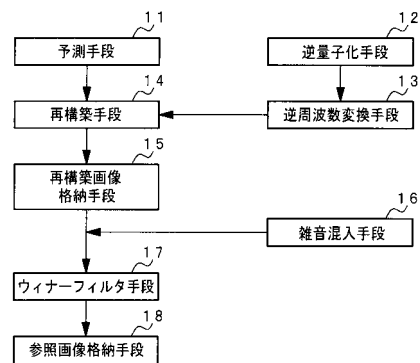
【図 14】



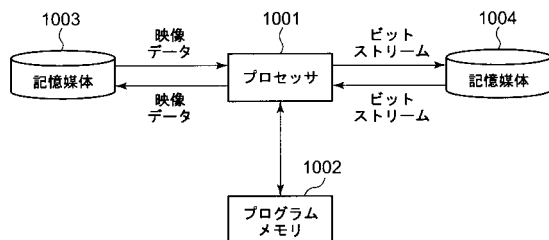
【図 15】



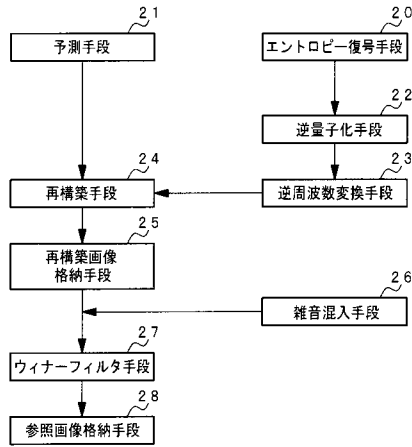
【図 17】



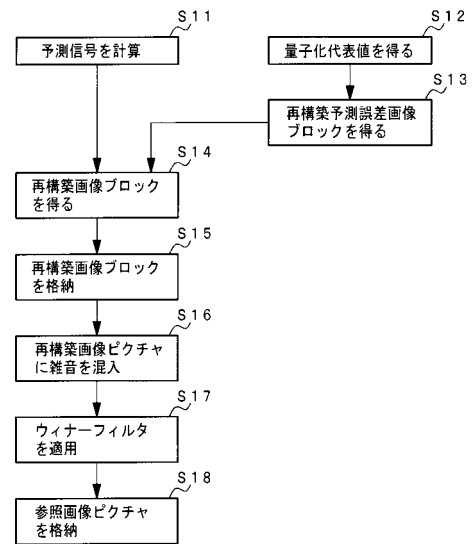
【図 16】



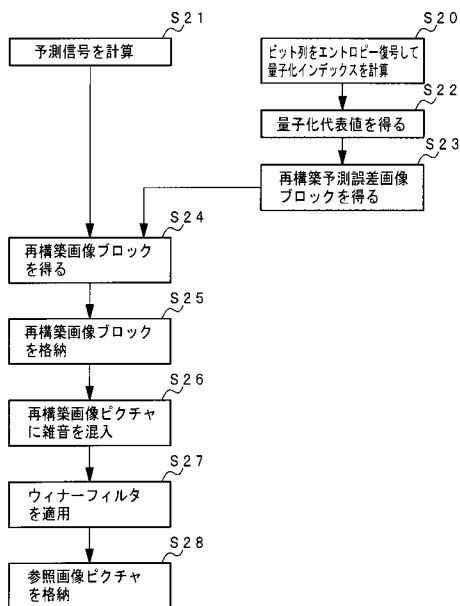
【図 18】



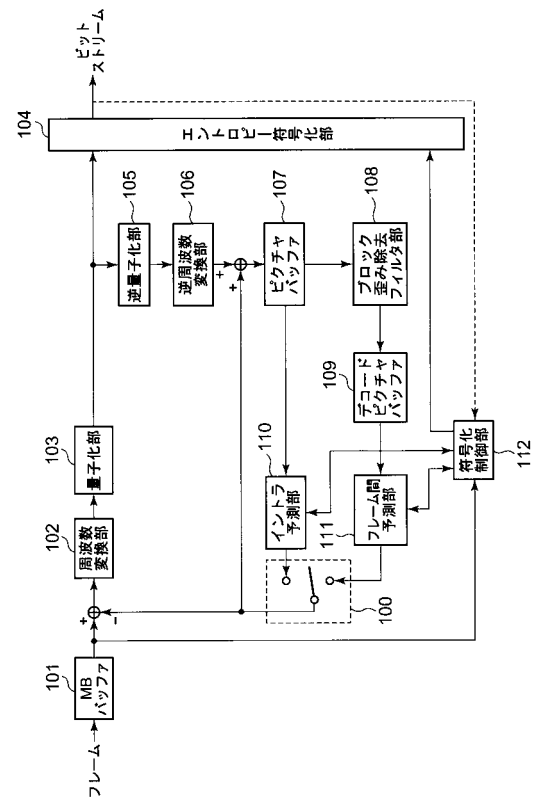
【図 19】



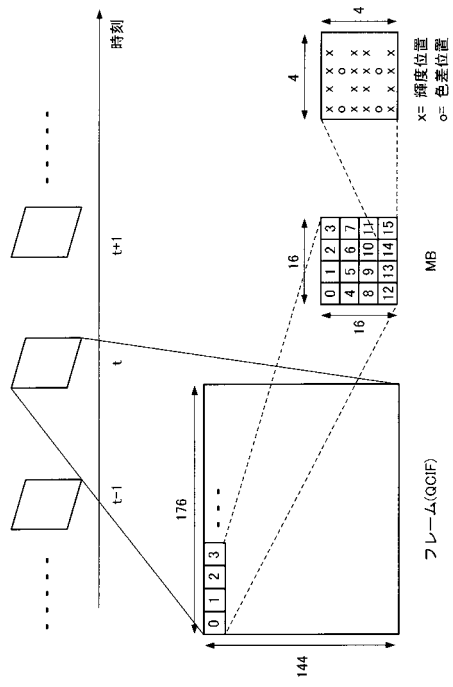
【図 20】



【図 21】



【図 22】



フロントページの続き

- (72)発明者 田治米 純二
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 青木 啓史
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
- (72)発明者 先崎 健太
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

審査官 畑中 高行

- (56)参考文献 特表2007-508788 (JP, A)
特開2002-204357 (JP, A)
特開2007-324923 (JP, A)
国際公開第2007/111292 (WO, A1)
Steffen Wittmann and Thomas Wedi, Transmission of Post-Filter Hints for Video Coding Schemes, IEEE International Conference on Image Processing, 2007. ICIP 2007., IEEE, 2007年 9月16日, Vol.1, p.I-81 - I-84
Toshiba Corporaion, Quadtree-based adaptive loop filter, ITU-T Question(s):6/16 STUDY GROUP 16 - CONTRIBUTION 181 COM16-C181-E, ITU-T, 2009年 1月
Tsuhan Chen, Elimination of Subband-Coding Artifacts Using The Dithering Technique, IEEE International Conference on Image Processing, 1994. Proceedings. ICIP-94., IEEE, 1994年11月13日, Vol.2, p.874-877

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N7/24-7/68