

明 細 書

発明の名称：

符号化装置、復号装置、符号化方法、および復号方法

技術分野

[0001] 本開示は、ビデオコーディングに関し、例えば、動画像の符号化および復号におけるシステム、構成要素、ならびに方法などに関する。

背景技術

[0002] ビデオコーディング技術は、H. 261およびMPEG-1から、H. 264/AVC (Advanced Video Coding)、MPEG-LA、H. 265/HEVC (High Efficiency Video Coding)、およびH. 266/VVC (Versatile Video Codec) へ進歩している。この進歩に伴い、様々な用途において増え続けるデジタルビデオデータ量进行处理するために、ビデオコーディング技術の改良および最適化を提供することが常に必要とされている。

[0003] なお、非特許文献1は、上述されたビデオコーディング技術に関する従来の規格の一例に関する。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：H. 265 (ISO/IEC 23008-2 HEVC) / HEVC (High Efficiency Video Coding)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記のような符号化方式に関して、符号化効率の改善、画質の改善、処理量の削減、回路規模の削減、又は、フィルタ、ブロック、サイズ、動きベクトル、参照ピクチャ又は参照ブロック等の要素又は動作の適切な選択等のため、新たな方式の提案が望まれている。

[0006] 本開示は、例えば、符号化効率の改善、画質の改善、処理量の削減、回路

規模の削減、処理速度の改善、及び、要素又は動作の適切な選択等のうち 1 つ以上に貢献し得る構成又は方法を提供する。なお、本開示は、上記以外の利益に貢献し得る構成又は方法を含み得る。

課題を解決するための手段

[0007] 例えば、本開示の一態様に係る符号化装置は、回路と、前記回路に接続されたメモリとを備え、前記回路は、動作において、カレントブロックの第 1 参照ブロックを含む第 1 範囲、及び、前記カレントブロックの第 2 参照ブロックを含む第 2 範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる複数の画素位置であり、前記第 1 範囲及び前記第 2 範囲のそれぞれにおける複数の画素位置である複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第 1 範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第 2 範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配和絶対値の総和を第 1 パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第 1 範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第 2 範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第 2 パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第 1 範囲における当該相対的画素位置の画素値と、前記第 2 範囲における当該相対的画素位置の画素値との差である画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第 1 範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第 2 範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記水平勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である水平対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第 3 パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置

のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である垂直対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記垂直勾配和の正負符号によって、前記水平勾配和の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記水平勾配和である垂直対応水平勾配和を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出し、前記第1パラメータ、前記第2パラメータ、前記第3パラメータ、前記第4パラメータ及び前記第5パラメータを用いて、前記カレントブロックの符号化に用いられる予測画像を生成する。

[0008] 本開示における実施の形態のいくつかの実装は、符号化効率を改善してもよいし、符号化／復号処理を簡素化してもよいし、符号化／復号処理速度を速くしてもよいし、適切なフィルタ、ブロックサイズ、動きベクトル、参照ピクチャ、参照ブロック等のような、符号化及び復号に用いられる適切な構成要素／動作を効率よく選択してもよい。

[0009] 本開示の一態様におけるさらなる利点および効果は、明細書および図面から明らかにされる。かかる利点および／または効果は、いくつかの実施の形態並びに明細書および図面に記載された特徴によってそれぞれ得られるが、1つまたはそれ以上の利点および／または効果を得るために必ずしも全てが提供される必要はない。

[0010] なお、これらの全般的または具体的な態様は、システム、方法、集積回路、コンピュータプログラム、記録媒体、又は、これらの任意な組み合わせで実現されてもよい。

発明の効果

[0011] 本開示の一態様に係る構成又は方法は、例えば、符号化効率の改善、画質の改善、処理量の削減、回路規模の削減、処理速度の改善、及び、要素又は動作の適切な選択等のうち1つ以上に貢献し得る。なお、本開示の一態様に係る構成又は方法は、上記以外の利益に貢献してもよい。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、実施の形態に係る符号化装置の機能構成を示すブロック図である。

[図2]図2は、符号化装置による全体的な符号化処理の一例を示すフローチャートである。

[図3]図3は、ブロック分割の一例を示す概念図である。

[図4A]図4Aは、スライスの構成の一例を示す概念図である。

[図4B]図4Bは、タイルの構成の一例を示す概念図である。

[図5A]図5Aは、様々な変換タイプに対応する変換基底関数を示す表である。

[図5B]図5Bは、SVT (Spatially Varying Transform) の一例を示す概念図である。

[図6A]図6Aは、ALF (adaptive loop filter) で用いられるフィルタの形状の一例を示す概念図である。

[図6B]図6Bは、ALFで用いられるフィルタの形状の他の一例を示す概念図である。

[図6C]図6Cは、ALFで用いられるフィルタの形状の他の一例を示す概念図である。

[図7]図7は、DBF (deblocking filter) として機能するループフィルタ部の詳細な構成の一例を示すブロック図である。

[図8]図8は、ブロック境界に対して対称なフィルタ特性を有するデブロッキング・フィルタの例を示す概念図である。

[図9]図9は、デブロッキング・フィルタ処理が行われるブロック境界を説明

するための概念図である。

[図10]図10は、Bs値の一例を示す概念図である。

[図11]図11は、符号化装置の予測処理部で行われる処理の一例を示すフローチャートである。

[図12]図12は、符号化装置の予測処理部で行われる処理の他の例を示すフローチャートである。

[図13]図13は、符号化装置の予測処理部で行われる処理の他の例を示すフローチャートである。

[図14]図14は、実施の形態のイントラ予測における67個のイントラ予測モードの一例を示す概念図である。

[図15]図15は、インター予測の基本的な処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図16]図16は、動きベクトル導出の一例を示すフローチャートである。

[図17]図17は、動きベクトル導出の他の例を示すフローチャートである。

[図18]図18は、動きベクトル導出の他の例を示すフローチャートである。

[図19]図19は、ノーマルインターモードによるインター予測の例を示すフローチャートである。

[図20]図20は、マージモードによるインター予測の例を示すフローチャートである。

[図21]図21は、マージモードによる動きベクトル導出処理の一例を説明するための概念図である。

[図22]図22は、FRUC (frame rate up conversion) 処理の一例を示すフローチャートである。

[図23]図23は、動き軌道に沿う2つのブロック間でのパターンマッチング (バイラテラルマッチング) の一例を説明するための概念図である。

[図24]図24は、カレントピクチャ内のテンプレートと参照ピクチャ内のブロックとの間でのパターンマッチング (テンプレートマッチング) の一例を説明するための概念図である。

[図25A]図25Aは、複数の隣接ブロックの動きベクトルに基づくサブブロック単位の動きベクトルの導出の一例を説明するための概念図である。

[図25B]図25Bは、3つの制御ポイントを有するアフィンモードにおけるサブブロック単位の動きベクトルの導出の一例を説明するための概念図である。

[図26A]図26Aは、アフィンマージモードを説明するための概念図である。

[図26B]図26Bは、2つの制御ポイントを有するアフィンマージモードを説明するための概念図である。

[図26C]図26Cは、3つの制御ポイントを有するアフィンマージモードを説明するための概念図である。

[図27]図27は、アフィンマージモードの処理の一例を示すフローチャートである。

[図28A]図28Aは、2つの制御ポイントを有するアフィンインターモードを説明するための概念図である。

[図28B]図28Bは、3つの制御ポイントを有するアフィンインターモードを説明するための概念図である。

[図29]図29は、アフィンインターモードの処理の一例を示すフローチャートである。

[図30A]図30Aは、カレントブロックが3つの制御ポイントを有し、隣接ブロックが2つの制御ポイントを有するアフィンインターモードを説明するための概念図である。

[図30B]図30Bは、カレントブロックが2つの制御ポイントを有し、隣接ブロックが3つの制御ポイントを有するアフィンインターモードを説明するための概念図である。

[図31A]図31Aは、DMVR (decoder motion vector refinement) を含むマージモードを示すフローチャートである。

[図31B]図31Bは、DMVR処理の一例を説明するための概念図である。

[図32]図32は、予測画像の生成の一例を示すフローチャートである。

[図33]図33は、予測画像の生成の他の例を示すフローチャートである。

[図34]図34は、予測画像の生成の他の例を示すフローチャートである。

[図35]図35は、OBMC (overlapped block motion compensation) 処理による予測画像補正処理の一例を説明するためのフローチャートである。

[図36]図36は、OBMC処理による予測画像補正処理の一例を説明するための概念図である。

[図37]図37は、2つの三角形の予測画像の生成を説明するための概念図である。

[図38]図38は、等速直線運動を仮定したモデルを説明するための概念図である。

[図39]図39は、LIC (local illumination compensation) 処理による輝度補正処理を用いた予測画像生成方法の一例を説明するための概念図である。

[図40]図40は、符号化装置の実装例を示すブロック図である。

[図41]図41は、実施の形態に係る復号装置の機能構成を示すブロック図である。

[図42]図42は、復号装置による全体的な復号処理の一例を示すフローチャートである。

[図43]図43は、復号装置の予測処理部で行われる処理の一例を示すフローチャートである。

[図44]図44は、復号装置の予測処理部で行われる処理の他の例を示すフローチャートである。

[図45]図45は、復号装置におけるノーマルインターモードによるインター予測の例を示すフローチャートである。

[図46]図46は、復号装置の実装例を示すブロック図である。

[図47]図47は、BIOにしたがったインター予測の一例を示すフローチャートである。

ートである。

[図48]図48は、B I Oにしたがったインター予測を行うインター予測部の機能構成の一例を示す図である。

[図49]図49は、実施の形態におけるB I Oに基づく復号処理の第1具体例を示すフローチャートである。

[図50]図50は、実施の形態における水平勾配値の算出例を示す概念図である。

[図51]図51は、実施の形態における垂直勾配値の算出例を示す概念図である。

[図52]図52は、実施の形態におけるB I Oに基づく復号処理の第3具体例を示すフローチャートである。

[図53]図53は、実施の形態におけるB I Oに基づく復号処理の第4具体例を示すフローチャートである。

[図54]図54は、実施の形態に係る符号化装置の動作を示すフローチャートである。

[図55]図55は、実施の形態に係る復号装置の動作を示すフローチャートである。

[図56]図56は、コンテンツ配信サービスを実現するコンテンツ供給システムの全体構成を示すブロック図である。

[図57]図57は、スケーラブル符号化時の符号化構造の一例を示す概念図である。

[図58]図58は、スケーラブル符号化時の符号化構造の一例を示す概念図である。

[図59]図59は、webページの表示画面例を示す概念図である。

[図60]図60は、webページの表示画面例を示す概念図である。

[図61]図61は、スマートフォンの一例を示すブロック図である。

[図62]図62は、スマートフォンの構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

- [0013] 近年、双方向オプティカルフロー (b i - d i r e c t i o n a l o p t i c a l f l o w) を用いて、動画像を符号化することが検討されている。双方向オプティカルフローは、B I O又はB D O Fとも呼ばれる。
- [0014] 例えば、双方向オプティカルフローでは、オプティカルフロー等式に基づいて、予測画像が生成される。より具体的には、双方向オプティカルフローでは、ブロック単位の参照画像の画素値と、ブロック単位の参照画像の勾配値とに基づいて導出されるパラメータを用いて、画素単位で予測値が調整された予測画像が生成される。双方向オプティカルフローが用いられることにより、高精度の予測画像が生成される可能性が高い。
- [0015] 例えば、符号化装置は、予測画像と原画像との差分画像を符号化する。そして、復号装置は、差分画像を復号し、差分画像と予測画像とを足し合わせることで、再構成画像を生成する。高精度の予測画像が用いられることにより、差分画像の符号量が削減され得る。つまり、双方向オプティカルフローが用いられることにより、動画像の符号量が削減される可能性が高い。
- [0016] 一方、双方向オプティカルフローに用いられるパラメータは、参照画像の各画素位置の画素値及び勾配値に基づいて導出される。そのため、双方向オプティカルフローに用いられるパラメータの導出において画素位置毎に行われる演算によって演算量が増大する可能性があり、回路規模が増大する可能性がある。
- [0017] そこで、例えば、本開示の一態様に係る符号化装置は、回路と、前記回路に接続されたメモリとを備え、前記回路は、動作において、カレントブロックの第1参照ブロックを含む第1範囲、及び、前記カレントブロックの第2参照ブロックを含む第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる複数の画素位置であり、前記第1範囲及び前記第2範囲のそれぞれにおける複数の画素位置である複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配

和絶対値の総和を第1パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第2パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の画素値との差である画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記水平勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である水平対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第3パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である垂直対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記垂直勾配和の正負符号によって、前記水平勾配和の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記水平勾配和である垂直対応水平勾配和を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出し、前記第1パラメータ、前記第2パラメータ、前記第3パラメータ、前記第4パラメータ、

タ及び前記第5パラメータを用いて、前記カレントブロックの符号化に用いられる予測画像を生成する。

- [0018] これにより、画素位置毎に行われる演算において演算量が大きい実質的な乗算が削減される可能性があり、予測画像を生成するための複数のパラメータが低演算量で導出される可能性がある。したがって、符号化における処理量が削減される可能性がある。また、水平勾配値に相関するパラメータと、垂直勾配値に相関するパラメータと、水平勾配値及び垂直勾配値の両方に相関するパラメータとを含む複数のパラメータに基づいて、予測画像が適切に生成される可能性がある。
- [0019] 例えば、前記回路は、後述する式(11.1)によって前記第1パラメータを導出し、後述する式(11.2)によって前記第2パラメータを導出し、後述する式(11.3)によって前記第3パラメータを導出し、後述する式(11.4)によって前記第4パラメータを導出し、後述する式(11.5)によって前記第5パラメータを導出し、 Ω は、前記複数の相対的画素位置の集合を表し、 $[i, j]$ は、前記複数の相対的画素位置のそれぞれを表し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、 I_x^0 は、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値を表し、 I_x^1 は、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値を表し、 I_y^0 は、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値を表し、 I_y^1 は、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値を表し、 I^0 は、前記第1範囲における当該相対的画素位置の画素値を表し、 I^1 は、前記第2範囲における当該相対的画素位置の画素値を表し、 $abs(I_x^1 + I_x^0)$ は、 $I_x^1 + I_x^0$ の絶対値を表し、 $sign(I_x^1 + I_x^0)$ は、 $I_x^1 + I_x^0$ の正負符号を表し、 $abs(I_y^1 + I_y^0)$ は、 $I_y^1 + I_y^0$ の絶対値を表し、 $sign(I_y^1 + I_y^0)$ は、 $I_y^1 + I_y^0$ の正負符号を表す。
- [0020] これにより、画素値、水平勾配値及び垂直勾配値を用いて、複数のパラメータが低演算量で導出される可能性がある。
- [0021] また、例えば、前記回路は、前記第3パラメータを前記第1パラメータで

割ることで第6パラメータを導出し、前記第4パラメータから、前記第5パラメータと前記第6パラメータとの積を引いて、前記第2パラメータで割ることで第7パラメータを導出し、前記第6パラメータ及び前記第7パラメータを用いて、前記予測画像を生成する。

[0022] これにより、複数のパラメータが、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータに適切に集約される可能性がある。水平方向に対応するパラメータには、水平勾配値に相関するパラメータが適切に取り込まれる可能性がある。垂直方向に対応するパラメータには、垂直勾配値に相関するパラメータと、水平勾配値及び垂直勾配値の両方に相関するパラメータと、水平方向に対応するパラメータとが、適切に取り込まれる可能性がある。そして、この2つのパラメータを用いて、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0023] また、例えば、前記回路は、後述する式(10.8)によって前記第6パラメータを導出し、後述する式(10.9)によって前記第7パラメータを導出し、 sG_x は、前記第1パラメータを表し、 sG_y は、前記第2パラメータを表し、 $sG_x d l$ は、前記第3パラメータを表し、 $sG_y d l$ は、前記第4パラメータを表し、 $sG_x G_y$ は、前記第5パラメータを表し、 u は、前記第6パラメータを表し、 $B i t s$ は、引数の二進対数を整数に切り上げることで得られる値を返す関数である。

[0024] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータが、低演算量で導出される可能性がある。

[0025] また、例えば、前記回路は、前記カレントブロックに含まれる処理対象画素位置の予測画素値を、前記第1参照ブロックにおいて前記処理対象画素位置に対応する第1画素位置の第1画素値と、前記第1画素位置の第1水平勾配値と、前記第1画素位置の第1垂直勾配値と、前記第2参照ブロックにおいて前記処理対象画素位置に対応する第2画素位置の第2画素値と、前記第2画素位置の第2水平勾配値と、前記第2画素位置の第2垂直勾配値と、前記第6パラメータと、前記第7パラメータとを用いて導出することにより、前記予測画像を生成する。

- [0026] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等を用いて、予測画像が生成され、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータが、予測画像に適切に反映される可能性がある。
- [0027] また、例えば、前記回路は、前記第1画素値と、前記第2画素値と、第1補正值と、第2補正值との和を2で割ることにより、前記予測画素値を導出し、前記第1補正值は、前記第1水平勾配値と前記第2水平勾配値との差と、前記第6パラメータとの積に対応し、前記第2補正值は、前記第1垂直勾配値と前記第2垂直勾配値との差と、前記第7パラメータとの積に対応する。
- [0028] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等を用いて、予測画像が適切に生成される可能性がある。
- [0029] また、例えば、前記回路は、後述する式(10, 10)によって前記予測画素値を導出し、 I^0 は、前記第1画素値を表し、 I^1 は、前記第2画素値を表し、 u は、前記第6パラメータを表し、 I_x^0 は、前記第1水平勾配値を表し、 I_x^1 は、前記第2水平勾配値を表し、 v は、前記第7パラメータを表し、 I_y^0 は、前記第1垂直勾配値を表し、 I_y^1 は、前記第2垂直勾配値を表す。
- [0030] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等に関連する式に従って、予測画像が適切に生成される可能性がある。
- [0031] また、例えば、本開示の一態様に係る復号装置は、回路と、前記回路に接続されたメモリとを備え、前記回路は、動作において、カレントブロックの第1参照ブロックを含む第1範囲、及び、前記カレントブロックの第2参照ブロックを含む第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる複数の画素位置であり、前記第1範囲及び前記第2範囲のそれぞれにおける複数の画素位置である複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配和絶対

対値の総和を第1パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第2パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の画素値との差である画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記水平勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である水平対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第3パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である垂直対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記垂直勾配和の正負符号によって、前記水平勾配和の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記水平勾配和である垂直対応水平勾配和を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出し、前記第1パラメータ、前記第2パラメータ、前記第3パラメータ、前記第4パラメータ及

び前記第5パラメータを用いて、前記カレントブロックの復号に用いられる予測画像を生成する。

- [0032] これにより、画素位置毎に行われる演算において演算量が大きい実質的な乗算が削減される可能性があり、予測画像を生成するための複数のパラメータが低演算量で導出される可能性がある。したがって、復号における処理量が削減される可能性がある。また、水平勾配値に相関するパラメータと、垂直勾配値に相関するパラメータと、水平勾配値及び垂直勾配値の両方に相関するパラメータとを含む複数のパラメータに基づいて、予測画像が適切に生成される可能性がある。
- [0033] また、例えば、前記回路は、後述する式(11.1)によって前記第1パラメータを導出し、後述する式(11.2)によって前記第2パラメータを導出し、後述する式(11.3)によって前記第3パラメータを導出し、後述する式(11.4)によって前記第4パラメータを導出し、後述する式(11.5)によって前記第5パラメータを導出し、 Ω は、前記複数の相対的画素位置の集合を表し、 $[i, j]$ は、前記複数の相対的画素位置のそれぞれを表し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、 I_x^0 は、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値を表し、 I_x^1 は、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値を表し、 I_y^0 は、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値を表し、 I_y^1 は、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値を表し、 I^0 は、前記第1範囲における当該相対的画素位置の画素値を表し、 I^1 は、前記第2範囲における当該相対的画素位置の画素値を表し、 $abs(I_x^1 + I_x^0)$ は、 $I_x^1 + I_x^0$ の絶対値を表し、 $sign(I_x^1 + I_x^0)$ は、 $I_x^1 + I_x^0$ の正負符号を表し、 $abs(I_y^1 + I_y^0)$ は、 $I_y^1 + I_y^0$ の絶対値を表し、 $sign(I_y^1 + I_y^0)$ は、 $I_y^1 + I_y^0$ の正負符号を表す。
- [0034] これにより、画素値、水平勾配値及び垂直勾配値を用いて、複数のパラメータが低演算量で導出される可能性がある。
- [0035] また、例えば、前記回路は、前記第3パラメータを前記第1パラメータで

割ることで第6パラメータを導出し、前記第4パラメータから、前記第5パラメータと前記第6パラメータとの積を引いて、前記第2パラメータで割ることで第7パラメータを導出し、前記第6パラメータ及び前記第7パラメータを用いて、前記予測画像を生成する。

[0036] これにより、複数のパラメータが、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータに適切に集約される可能性がある。水平方向に対応するパラメータには、水平勾配値に相関するパラメータが適切に取り込まれる可能性がある。垂直方向に対応するパラメータには、垂直勾配値に相関するパラメータと、水平勾配値及び垂直勾配値の両方に相関するパラメータと、水平方向に対応するパラメータとが、適切に取り込まれる可能性がある。そして、この2つのパラメータを用いて、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0037] また、例えば、前記回路は、後述する式(10.8)によって前記第6パラメータを導出し、後述する式(10.9)によって前記第7パラメータを導出し、 sG_x は、前記第1パラメータを表し、 sG_y は、前記第2パラメータを表し、 $sG_x d l$ は、前記第3パラメータを表し、 $sG_y d l$ は、前記第4パラメータを表し、 $sG_x G_y$ は、前記第5パラメータを表し、 u は、前記第6パラメータを表し、 $B i t s$ は、引数の二進対数を整数に切り上げることで得られる値を返す関数である。

[0038] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータが、低演算量で導出される可能性がある。

[0039] また、例えば、前記回路は、前記カレントブロックに含まれる処理対象画素位置の予測画素値を、前記第1参照ブロックにおいて前記処理対象画素位置に対応する第1画素位置の第1画素値と、前記第1画素位置の第1水平勾配値と、前記第1画素位置の第1垂直勾配値と、前記第2参照ブロックにおいて前記処理対象画素位置に対応する第2画素位置の第2画素値と、前記第2画素位置の第2水平勾配値と、前記第2画素位置の第2垂直勾配値と、前記第6パラメータと、前記第7パラメータとを用いて導出することにより、前記予測画像を生成する。

- [0040] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等を用いて、予測画像が生成され、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータが、予測画像に適切に反映される可能性がある。
- [0041] また、例えば、前記回路は、前記第1画素値と、前記第2画素値と、第1補正值と、第2補正值との和を2で割ることにより、前記予測画素値を導出し、前記第1補正值は、前記第1水平勾配値と前記第2水平勾配値との差と、前記第6パラメータとの積に対応し、前記第2補正值は、前記第1垂直勾配値と前記第2垂直勾配値との差と、前記第7パラメータとの積に対応する。
- [0042] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等を用いて、予測画像が適切に生成される可能性がある。
- [0043] また、例えば、前記回路は、後述する式(10, 10)によって前記予測画素値を導出し、 I^0 は、前記第1画素値を表し、 I^1 は、前記第2画素値を表し、 u は、前記第6パラメータを表し、 I_x^0 は、前記第1水平勾配値を表し、 I_x^1 は、前記第2水平勾配値を表し、 v は、前記第7パラメータを表し、 I_y^0 は、前記第1垂直勾配値を表し、 I_y^1 は、前記第2垂直勾配値を表す。
- [0044] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等に関連する式に従って、予測画像が適切に生成される可能性がある。
- [0045] また、例えば、本開示の一態様に係る符号化方法は、カレントブロックの第1参照ブロックを含む第1範囲、及び、前記カレントブロックの第2参照ブロックを含む第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる複数の画素位置であり、前記第1範囲及び前記第2範囲のそれぞれにおける複数の画素位置である複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配和絶対値の総和を第1パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそ

れぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第2パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の画素値との差である画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記水平勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である水平対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第3パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である垂直対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記垂直勾配和の正負符号によって、前記水平勾配和の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記水平勾配和である垂直対応水平勾配和を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出し、前記第1パラメータ、前記第2パラメータ、前記第3パラメータ、前記第4パラメータ及び前記第5パラメータを用いて、前記カレントブロックの符号化に用いられ

る予測画像を生成する。

[0046] これにより、画素位置毎に行われる演算において演算量が大きい実質的な乗算が削減される可能性があり、予測画像を生成するための複数のパラメータが低演算量で導出される可能性がある。したがって、符号化における処理量が削減される可能性がある。また、水平勾配値に相関するパラメータと、垂直勾配値に相関するパラメータと、水平勾配値及び垂直勾配値の両方に相関するパラメータとを含む複数のパラメータに基づいて、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0047] また、例えば、本開示の一態様に係る復号方法は、カレントブロックの第1参照ブロックを含む第1範囲、及び、前記カレントブロックの第2参照ブロックを含む第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる複数の画素位置であり、前記第1範囲及び前記第2範囲のそれぞれにおける複数の画素位置である複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配和絶対値の総和を第1パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第2パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の画素値との差である画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記水平勾配和の正負符号によって正負

符号が反転又は維持された前記画素差分値である水平対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第3パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である垂直対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記垂直勾配和の正負符号によって、前記水平勾配和の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記水平勾配和である垂直対応水平勾配和を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出し、前記第1パラメータ、前記第2パラメータ、前記第3パラメータ、前記第4パラメータ及び前記第5パラメータを用いて、前記カレントブロックの復号に用いられる予測画像を生成する。

[0048] これにより、画素位置毎に行われる演算において演算量が大きい実質的な乗算が削減される可能性があり、予測画像を生成するための複数のパラメータが低演算量で導出される可能性がある。したがって、復号における処理量が削減される可能性がある。また、水平勾配値に相関するパラメータと、垂直勾配値に相関するパラメータと、水平勾配値及び垂直勾配値の両方に相関するパラメータとを含む複数のパラメータに基づいて、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0049] あるいは、例えば、本開示の一態様に係る符号化装置は、分割部と、イントラ予測部と、インター予測部と、変換部と、量子化部と、エントロピー符号化部とを備える。

- [0050] 前記分割部は、前記動画像を構成する符号化対象ピクチャを複数のブロックに分割する。前記イントラ予測部は、前記符号化対象ピクチャにおける参照画像を用いて前記符号化対象ピクチャにおける符号化対象ブロックの予測画像を生成するイントラ予測を行う。前記インター予測部は、前記符号化対象ピクチャとは異なる参照ピクチャにおける参照画像を用いて前記符号化対象ブロックの予測画像を生成するインター予測を行う。
- [0051] 前記変換部は、前記イントラ予測部又は前記インター予測部で生成された前記予測画像と、前記符号化対象ブロックの画像との間における予測誤差信号を変換して、前記符号化対象ブロックの変換係数信号を生成する。前記量子化部は、前記変換係数信号を量子化する。前記エントロピー符号化部は、量子化済みの前記変換係数信号を符号化する。
- [0052] また、例えば、前記インター予測部は、カレントブロックの第1参照ブロックを含む第1範囲、及び、前記カレントブロックの第2参照ブロックを含む第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる複数の画素位置であり、前記第1範囲及び前記第2範囲のそれぞれにおける複数の画素位置である複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配和絶対値の総和を第1パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第2パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の画素値との差である画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲

における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記水平勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である水平対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第3パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である垂直対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記垂直勾配和の正負符号によって、前記水平勾配和の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記水平勾配和である垂直対応水平勾配和を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出し、前記第1パラメータ、前記第2パラメータ、前記第3パラメータ、前記第4パラメータ及び前記第5パラメータを用いて、前記カレントブロックの符号化に用いられる予測画像を生成する。

[0053] あるいは、例えば、本開示の一態様に係る復号装置は、エントロピー復号部と、逆量子化部と、逆変換部と、イントラ予測部と、インター予測部と、加算部（再構成部）とを備える。

[0054] 前記エントロピー復号部は、前記動画像を構成する復号対象ピクチャにおける復号対象ブロックの量子化済みの変換係数信号を復号する。前記逆量子化部は、量子化済みの前記変換係数信号を逆量子化する。前記逆変換部は、前記変換係数信号を逆変換して、前記復号対象ブロックの予測誤差信号を取

得する。

[0055] 前記イントラ予測部は、前記復号対象ピクチャにおける参照画像を用いて前記復号対象ブロックの予測画像を生成するイントラ予測を行う。前記インター予測部は、前記復号対象ピクチャとは異なる参照ピクチャにおける参照画像を用いて前記復号対象ブロックの予測画像を生成するインター予測を行う。前記加算部は、前記イントラ予測部又は前記インター予測部で生成された前記予測画像と、前記予測誤差信号とを足し合わせて、前記復号対象ブロックの画像を再構成する。

[0056] また、例えば、前記インター予測部は、カレントブロックの第1参照ブロックを含む第1範囲、及び、前記カレントブロックの第2参照ブロックを含む第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる複数の画素位置であり、前記第1範囲及び前記第2範囲のそれぞれにおける複数の画素位置である複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配和絶対値の総和を第1パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第2パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の画素値との差である画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記水平勾配和の正負符号によって正負符号が反転

又は維持された前記画素差分値である水平対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第3パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である垂直対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記垂直勾配和の正負符号によって、前記水平勾配和の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記水平勾配和である垂直対応水平勾配和を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出し、前記第1パラメータ、前記第2パラメータ、前記第3パラメータ、前記第4パラメータ及び前記第5パラメータを用いて、前記カレントブロックの復号に用いられる予測画像を生成する。

[0057] さらに、これらの包括的又は具体的な態様は、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、又は、コンピュータ読み取り可能なCD-ROMなどの非一時的な記録媒体で実現されてもよく、システム、装置、方法、集積回路、コンピュータプログラム、及び、記録媒体の任意な組み合わせで実現されてもよい。

[0058] 以下、実施の形態について図面を参照しながら具体的に説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも包括的または具体的な例を示すものである。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの関係及び順序などは、一例であり、請求の範囲を限定する主旨ではない。

- [0059] 以下では、符号化装置および復号化装置の実施の形態を説明する。実施の形態は、本開示の各態様で説明する処理および／または構成を適用可能な符号化装置および復号化装置の例である。処理および／または構成は、実施の形態とは異なる符号化装置および復号化装置においても実施可能である。例えば、実施の形態に対して適用される処理および／または構成に関して、例えば以下のいずれかを実施してもよい。
- [0060] (1) 本開示の各態様で説明する実施の形態の符号化装置または復号装置の複数の構成要素のうちいずれかは、本開示の各態様のいずれかで説明する他の構成要素に置き換えまたは組み合わせられてもよい。
- [0061] (2) 実施の形態の符号化装置または復号装置において、当該符号化装置または復号装置の複数の構成要素のうち一部の構成要素によって行われる機能または処理に、機能または処理の追加、置き換え、削除などの任意の変更がなされてもよい。例えば、いずれかの機能または処理は、本開示の各態様のいずれかで説明する他の機能または処理に、置き換えまたは組み合わせられてもよい。
- [0062] (3) 実施の形態の符号化装置または復号装置が実施する方法において、当該方法に含まれる複数の処理のうち一部の処理について、追加、置き換えおよび削除などの任意の変更がなされてもよい。例えば、方法におけるいずれかの処理は、本開示の各態様のいずれかで説明する他の処理に、置き換えまたは組み合わせられてもよい。
- [0063] (4) 実施の形態の符号化装置または復号装置を構成する複数の構成要素のうち一部の構成要素は、本開示の各態様のいずれかで説明する構成要素と組み合わせられてもよいし、本開示の各態様のいずれかで説明する機能の一部を備える構成要素と組み合わせられてもよいし、本開示の各態様で説明する構成要素が実施する処理の一部を実施する構成要素と組み合わせられてもよい。
- [0064] (5) 実施の形態の符号化装置または復号装置の機能の一部を備える構成要素、または、実施の形態の符号化装置または復号装置の処理の一部を実施

する構成要素は、本開示の各態様いずれかで説明する構成要素と、本開示の各態様いずれかで説明する機能の一部を備える構成要素と、または、本開示の各態様のいずれかで説明する処理の一部を実施する構成要素と組み合わせまたは置き換えられてもよい。

[0065] (6) 実施の形態の符号化装置または復号装置が実施する方法において、当該方法に含まれる複数の処理のいずれかは、本開示の各態様のいずれかで説明する処理に、または、同様のいずれかの処理に、置き換えまたは組み合わせられてもよい。

[0066] (7) 実施の形態の符号化装置または復号装置が実施する方法に含まれる複数の処理のうちの一部の処理は、本開示の各態様のいずれかで説明する処理と組み合わせられてもよい。

[0067] (8) 本開示の各態様で説明する処理および／または構成の実施の仕方は、実施の形態の符号化装置または復号装置に限定されるものではない。例えば、処理および／または構成は、実施の形態において開示する動画像符号化または動画像復号とは異なる目的で利用される装置において実施されてもよい。

[0068] [符号化装置]

まず、実施の形態に係る符号化装置を説明する。図1は、実施の形態に係る符号化装置100の機能構成を示すブロック図である。符号化装置100は、動画像をブロック単位で符号化する動画像符号化装置である。

[0069] 図1に示すように、符号化装置100は、画像をブロック単位で符号化する装置であって、分割部102と、減算部104と、変換部106と、量子化部108と、エントロピー符号化部110と、逆量子化部112と、逆変換部114と、加算部116と、ブロックメモリ118と、ループフィルタ部120と、フレームメモリ122と、イントラ予測部124と、インター予測部126と、予測制御部128と、を備える。

[0070] 符号化装置100は、例えば、汎用プロセッサ及びメモリにより実現される。この場合、メモリに格納されたソフトウェアプログラムがプロセッサに

より実行されたときに、プロセッサは、分割部102、減算部104、変換部106、量子化部108、エントロピー符号化部110、逆量子化部112、逆変換部114、加算部116、ループフィルタ部120、イントラ予測部124、インター予測部126及び予測制御部128として機能する。また、符号化装置100は、分割部102、減算部104、変換部106、量子化部108、エントロピー符号化部110、逆量子化部112、逆変換部114、加算部116、ループフィルタ部120、イントラ予測部124、インター予測部126及び予測制御部128に対応する専用の1以上の電子回路として実現されてもよい。

[0071] 以下に、符号化装置100の全体的な処理の流れを説明した後に、符号化装置100に含まれる各構成要素について説明する。

[0072] [符号化処理の全体フロー]

図2は、符号化装置100による全体的な符号化処理の一例を示すフローチャートである。

[0073] まず、符号化装置100の分割部102は、動画像である入力画像に含まれる各ピクチャを複数の固定サイズのブロック（例えば、 128×128 画素）に分割する（ステップS a__1）。そして、分割部102は、その固定サイズのブロックに対して分割パターン（ブロック形状ともいう）を選択する（ステップS a__2）。つまり、分割部102は、固定サイズのブロックを、その選択された分割パターンを構成する複数のブロックに、さらに分割する。そして、符号化装置100は、その複数のブロックのそれぞれについて、そのブロック（すなわち符号化対象ブロック）に対してステップS a__3～S a__9の処理を行う。

[0074] つまり、イントラ予測部124、インター予測部126および予測制御部128の全てまたは一部からなる予測処理部は、符号化対象ブロック（カレントブロックともいう）の予測信号（予測ブロックともいう）を生成する（ステップS a__3）。

[0075] 次に、減算部104は、符号化対象ブロックと予測ブロックとの差分を予

測残差（差分ブロックともいう）として生成する（ステップS a__4）。

[0076] 次に、変換部106および量子化部108は、その差分ブロックに対して変換および量子化を行うことによって、複数の量子化係数を生成する（ステップS a__5）。なお、複数の量子化係数からなるブロックを係数ブロックともいう。

[0077] 次に、エントロピー符号化部110は、その係数ブロックと、予測信号の生成に関する予測パラメータとに対して符号化（具体的にはエントロピー符号化）を行うことによって、符号化信号を生成する（ステップS a__6）。なお、符号化信号は、符号化ビットストリーム、圧縮ビットストリーム、またはストリームともいう。

[0078] 次に、逆量子化部112および逆変換部114は、係数ブロックに対して逆量子化および逆変換を行うことによって、複数の予測残差（すなわち差分ブロック）を復元する（ステップS a__7）。

[0079] 次に、加算部116は、その復元された差分ブロックに予測ブロックを加算することによってカレントブロックを再構成画像（再構成ブロックまたは復号画像ブロックともいう）に再構成する（ステップS a__8）。これにより、再構成画像が生成される。

[0080] この再構成画像が生成されると、ループフィルタ部120は、その再構成画像に対してフィルタリングを必要に応じて行う（ステップS a__9）。

[0081] そして、符号化装置100は、ピクチャ全体の符号化が完了したか否かを判定し（ステップS a__10）、完了していないと判定する場合（ステップS a__10のNo）、ステップS a__2からの処理を繰り返し実行する。

[0082] なお、上述の例では、符号化装置100は、固定サイズのブロックに対して1つの分割パターンを選択し、その分割パターンにしたがって各ブロックの符号化を行うが、複数の分割パターンのそれぞれにしたがって各ブロックの符号化を行ってもよい。この場合には、符号化装置100は、複数の分割パターンのそれぞれに対するコストを評価し、例えば最も小さいコストの分割パターンにしたがった符号化によって得られる符号化信号を、出力される

符号化信号として選択してもよい。

[0083] 図示されているように、これらのステップ $S_{a_1} \sim S_{a_10}$ の処理は、符号化装置 100 によってシーケンシャルに行われる。あるいは、それらの処理のうちの一部の複数の処理が並列に行われてもよく、それらの処理の順番の入れ替え等が行われてもよい。

[0084] [分割部]

分割部 102 は、入力動画像に含まれる各ピクチャを複数のブロックに分割し、各ブロックを減算部 104 に出力する。例えば、分割部 102 は、まず、ピクチャを固定サイズ（例えば 128×128 ）のブロックに分割する。他の固定ブロックサイズが採用されてもよい。この固定サイズのブロックは、符号化ツリーユニット（CTU）と呼ばれることがある。そして、分割部 102 は、例えば再帰的な四分木（quad tree）及び／又は二分木（binary tree）ブロック分割に基づいて、固定サイズのブロックの各々を可変サイズ（例えば 64×64 以下）のブロックに分割する。すなわち、分割部 102 は、分割パターンを選択する。この可変サイズのブロックは、符号化ユニット（CU）、予測ユニット（PU）あるいは変換ユニット（TU）と呼ばれることがある。なお、種々の処理例では、CU、PU 及び TU は区別される必要はなく、ピクチャ内の一部又はすべてのブロックが CU、PU、TU の処理単位となってもよい。

[0085] 図 3 は、実施の形態におけるブロック分割の一例を示す概念図である。図 3 において、実線は四分木ブロック分割によるブロック境界を表し、破線は二分木ブロック分割によるブロック境界を表す。

[0086] ここでは、ブロック 10 は、 128×128 画素の正方形ブロック（ 128×128 ブロック）である。この 128×128 ブロック 10 は、まず、4 つの正方形の 64×64 ブロックに分割される（四分木ブロック分割）。

[0087] 左上の 64×64 ブロックは、さらに 2 つの矩形の 32×64 ブロックに垂直に分割され、左の 32×64 ブロックはさらに 2 つの矩形の 16×64 ブロックに垂直に分割される（二分木ブロック分割）。その結果、左上の 6

4 × 6 4 ブロックは、2つの1 6 × 6 4 ブロック 1 1、1 2 と、3 2 × 6 4 ブロック 1 3 とに分割される。

[0088] 右上の6 4 × 6 4 ブロックは、2つの矩形の6 4 × 3 2 ブロック 1 4、1 5 に水平に分割される（二分木ブロック分割）。

[0089] 左下の6 4 × 6 4 ブロックは、4つの正方形の3 2 × 3 2 ブロックに分割される（四分木ブロック分割）。4つの3 2 × 3 2 ブロックのうち左上のブロック及び右下のブロックはさらに分割される。左上の3 2 × 3 2 ブロックは、2つの矩形の1 6 × 3 2 ブロックに垂直に分割され、右の1 6 × 3 2 ブロックはさらに2つの1 6 × 1 6 ブロックに水平に分割される（二分木ブロック分割）。右下の3 2 × 3 2 ブロックは、2つの3 2 × 1 6 ブロックに水平に分割される（二分木ブロック分割）。その結果、左下の6 4 × 6 4 ブロックは、1 6 × 3 2 ブロック 1 6 と、2つの1 6 × 1 6 ブロック 1 7、1 8 と、2つの3 2 × 3 2 ブロック 1 9、2 0 と、2つの3 2 × 1 6 ブロック 2 1、2 2 とに分割される。

[0090] 右下の6 4 × 6 4 ブロック 2 3 は分割されない。

[0091] 以上のように、図3では、ブロック 1 0 は、再帰的な四分木及び二分木ブロック分割に基づいて、1 3 個の可変サイズのブロック 1 1 ~ 2 3 に分割される。このような分割は、Q T B T (quad-tree plus binary tree) 分割と呼ばれることがある。

[0092] なお、図3では、1つのブロックが4つ又は2つのブロックに分割されていたが（四分木又は二分木ブロック分割）、分割はこれらに限定されない。例えば、1つのブロックが3つのブロックに分割されてもよい（三分木ブロック分割）。このような三分木ブロック分割を含む分割は、M B T (multi-type tree) 分割と呼ばれることがある。

[0093] [ピクチャの構成 スライス／タイル]

ピクチャを並列にデコードするために、ピクチャはスライス単位またはタイル単位で構成される場合がある。スライス単位またはタイル単位からなるピクチャは、分割部 1 0 2 によって構成されてもよい。

- [0094] スライスは、ピクチャを構成する基本的な符号化の単位である。ピクチャは、例えば1つ以上のスライスから構成される。また、スライスは、1つ以上の連続するCTU (Coding Tree Unit) からなる。
- [0095] 図4 Aは、スライスの構成の一例を示す概念図である。例えば、ピクチャは、 11×8 個のCTUを含み、かつ、4つのスライス（スライス1-4）に分割される。スライス1は、16個のCTUからなり、スライス2は、21個のCTUからなり、スライス3は、29個のCTUからなり、スライス4は、22個のCTUからなる。ここで、ピクチャ内の各CTUは、いずれかのスライスに属する。スライスの形状は、ピクチャを水平方向に分割した形になる。スライスの境界は、画面端である必要はなく、画面内のCTUの境界のうちどこであってもよい。スライスの中のCTUの処理順（符号化順または復号順）は、例えばラスタ・スキャン順である。また、スライスは、ヘッダ情報と符号化データを含む。ヘッダ情報には、スライスの先頭のCTUアドレス、スライス・タイプなどそのスライスの特徴が記述されてもよい。
- [0096] タイルは、ピクチャを構成する矩形領域の単位である。各タイルにはTile IDと呼ばれる番号がラスタ・スキャン順に割り振られてもよい。
- [0097] 図4 Bは、タイルの構成の一例を示す概念図である。例えば、ピクチャは、 11×8 個のCTUを含み、かつ、4つの矩形領域のタイル（タイル1-4）に分割される。タイルが使用される場合、タイルが使用されない場合と比べてCTUの処理順が変更される。タイルが使用されない場合、ピクチャ内の複数のCTUはラスタ・スキャン順に処理される。タイルが使用される場合には、複数のタイルのそれぞれにおいて、少なくとも1つのCTUがラスタ・スキャン順に処理される。例えば、図4 Bに示すように、タイル1に含まれる複数のCTUの処理順は、タイル1の1行目左端からタイル1の1行目右端まで向かい、次に、タイル1の2行目左端からタイル1の2行目右端まで向かう順である。
- [0098] なお、1つのタイルは、1つ以上のスライスを含む場合があり、1つのス

ライスは、1つ以上のタイルを含む場合がある。

[0099] [減算部]

減算部104は、分割部102から入力され、分割部102によって分割されたブロック単位で、原信号（原サンプル）から予測信号（以下に示す予測制御部128から入力される予測サンプル）を減算する。つまり、減算部104は、符号化対象ブロック（以下、カレントブロックという）の予測誤差（残差ともいう）を算出する。そして、減算部104は、算出された予測誤差（残差）を変換部106に出力する。

[0100] 原信号は、符号化装置100の入力信号であり、動画像を構成する各ピクチャの画像を表す信号（例えば輝度（luma）信号及び2つの色差（chroma）信号）である。以下において、画像を表す信号をサンプルということもある。

[0101] [変換部]

変換部106は、空間領域の予測誤差を周波数領域の変換係数に変換し、変換係数を量子化部108に出力する。具体的には、変換部106は、例えば空間領域の予測誤差に対して所定の離散コサイン変換（DCT）又は離散サイン変換（DST）を行う。所定のDCT又はDSTは、予め定められていてもよい。

[0102] なお、変換部106は、複数の変換タイプの中から適応的に変換タイプを選択し、選択された変換タイプに対応する変換基底関数（transform basis function）を用いて、予測誤差を変換係数に変換してもよい。このような変換は、EMT（explicit multiple core transform）又はAMT（adaptive multiple transform）と呼ばれることがある。

[0103] 複数の変換タイプは、例えば、DCT-II、DCT-V、DCT-VII、DST-I及びDST-VIIを含む。図5Aは、変換タイプ例に対応する変換基底関数を示す表である。図5AにおいてNは入力画素の数を示す。これらの複数の変換タイプの中からの変換タイプの選択は、例えば、予

測の種類（イントラ予測及びインター予測）に依存してもよいし、イントラ予測モードに依存してもよい。

[0104] このようなEMT又はAMTを適用するか否かを示す情報（例えばEMTフラグまたはAMTフラグと呼ばれる）及び選択された変換タイプを示す情報は、通常、CUレベルで信号化される。なお、これらの情報の信号化は、CUレベルに限定される必要はなく、他のレベル（例えば、ビットシーケンスレベル、ピクチャレベル、スライスレベル、タイルレベル又はCTUレベル）であってもよい。

[0105] また、変換部106は、変換係数（変換結果）を再変換してもよい。このような再変換は、AST (adaptive secondary transform) 又はNSST (non-separable secondary transform) と呼ばれることがある。例えば、変換部106は、イントラ予測誤差に対応する変換係数のブロックに含まれるサブブロック（例えば4×4サブブロック）ごとに再変換を行う。NSSTを適用するか否かを示す情報及びNSSTに用いられる変換行列に関する情報は、通常、CUレベルで信号化される。なお、これらの情報の信号化は、CUレベルに限定される必要はなく、他のレベル（例えば、シーケンスレベル、ピクチャレベル、スライスレベル、タイルレベル又はCTUレベル）であってもよい。

[0106] 変換部106には、Separableな変換と、Non-Separableな変換とが適用されてもよい。Separableな変換とは、入力次元の数だけ方向ごとに分離して複数回変換を行う方式であり、Non-Separableな変換とは、入力が多次元であった際に2つ以上の次元をまとめて1次元とみなして、まとめて変換を行う方式である。

[0107] 例えば、Non-Separableな変換の一例として、入力が4×4のブロックであった場合にはそれを16個の要素を持ったひとつの配列とみなし、その配列に対して16×16の変換行列で変換処理を行うようなものが挙げられる。

[0108] また、Non-Separableな変換のさらなる例では、 4×4 の入力ブロックを16個の要素を持ったひとつの配列とみなした後に、その配列に対してGivens回転を複数回行うような変換（Hypercube Givens Transform）が行われてもよい。

[0109] 変換部106での変換では、CU内の領域に応じて周波数領域に変換する基底のタイプを切替えることもできる。一例として、SVT（Spatially Varying Transform）がある。SVTでは、図5Bに示すように、水平あるいは垂直方向にCUを2等分し、いずれか一方の領域のみ周波数領域への変換を行う。変換基底のタイプは領域毎に設定でき、例えば、DST7とDCT8が用いられる。本例ではCU内の2つの領域のうち、どちらか一方のみ変換を行い、もう一方は変換を行わないが、2つの領域共に変換してもよい。また、分割方法も2等分だけでなく、4等分、あるいは分割を示す情報を別途符号化してCU分割と同様にシグナリングするなど、より柔軟にすることもできる。なお、SVTは、SBT（Sub-block Transform）と呼ぶこともある。

[0110] [量子化部]

量子化部108は、変換部106から出力された変換係数を量子化する。具体的には、量子化部108は、カレントブロックの変換係数を所定の走査順序で走査し、走査された変換係数に対応する量子化パラメータ（QP）に基づいて当該変換係数を量子化する。そして、量子化部108は、カレントブロックの量子化された変換係数（以下、量子化係数という）をエントロピー符号化部110及び逆量子化部112に出力する。所定の走査順序は、予め定められていてもよい。

[0111] 所定の走査順序は、変換係数の量子化／逆量子化のための順序である。例えば、所定の走査順序は、周波数の昇順（低周波から高周波の順）又は降順（高周波から低周波の順）で定義されてもよい。

[0112] 量子化パラメータ（QP）とは、量子化ステップ（量子化幅）を定義するパラメータである。例えば、量子化パラメータの値が増加すれば量子化ステ

ップも増加する。つまり、量子化パラメータの値が増加すれば量子化誤差が増大する。

[0113] また、量子化には、量子化マトリックスが使用される場合がある。例えば、 4×4 および 8×8 などの周波数変換サイズと、イントラ予測およびインター予測などの予測モードと、輝度および色差などの画素成分とに対応して数種類の量子化マトリックスが使われる場合がある。なお、量子化とは、所定の間隔でサンプリングした値を所定のレベルに対応づけてデジタル化することをいい、この技術分野では、丸め、ラウンディング、スケーリングといった他の表現を用いて参照されてもよいし、丸め、ラウンディング、スケーリングを採用してもよい。所定の間隔及びレベルは、予め定められていてもよい。

[0114] 量子化マトリックスを使用する方法として、符号化装置側で直接設定された量子化マトリックスを使用する方法と、デフォルトの量子化マトリックス（デフォルトマトリックス）を使用する方法とがある。符号化装置側では、量子化マトリックスを直接設定することにより、画像の特徴に応じた量子化マトリックスを設定することができる。しかし、この場合、量子化マトリックスの符号化によって、符号量が増加するというデメリットがある。

[0115] 一方、量子化マトリックスを使用せず、高域成分の係数も低域成分の係数も同じように量子化する方法もある。なお、この方法は、係数が全て同じ値である量子化マトリックス（フラットなマトリックス）を用いる方法に等しい。

[0116] 量子化マトリックスは、例えば、SPS（シーケンスパラメータセット：Sequence Parameter Set）またはPPS（ピクチャパラメータセット：Picture Parameter Set）で指定されてもよい。SPSは、シーケンスに対して用いられるパラメータを含み、PPSは、ピクチャに対して用いられるパラメータを含む。SPSとPPSとは、単にパラメータセットと呼ばれる場合がある。

[0117] [エントロピー符号化部]

エントロピー符号化部 110 は、量子化部 108 から入力された量子化係数に基づいて符号化信号（符号化ビットストリーム）を生成する。具体的には、エントロピー符号化部 110 は、例えば、量子化係数を二値化し、二値信号を算術符号化し、圧縮されたビットストリームまたはシーケンスを出力する。

[0118] [逆量子化部]

逆量子化部 112 は、量子化部 108 から入力された量子化係数を逆量子化する。具体的には、逆量子化部 112 は、カレントブロックの量子化係数を所定の走査順序で逆量子化する。そして、逆量子化部 112 は、カレントブロックの逆量子化された変換係数を逆変換部 114 に出力する。所定の走査順序は、予め定められていてもよい。

[0119] [逆変換部]

逆変換部 114 は、逆量子化部 112 から入力された変換係数を逆変換することにより予測誤差（残差）を復元する。具体的には、逆変換部 114 は、変換係数に対して、変換部 106 による変換に対応する逆変換を行うことにより、カレントブロックの予測誤差を復元する。そして、逆変換部 114 は、復元された予測誤差を加算部 116 に出力する。

[0120] なお、復元された予測誤差は、通常、量子化により情報が失われているので、減算部 104 が算出した予測誤差と一致しない。すなわち、復元された予測誤差には、通常、量子化誤差が含まれている。

[0121] [加算部]

加算部 116 は、逆変換部 114 から入力された予測誤差と予測制御部 128 から入力された予測サンプルとを加算することによりカレントブロックを再構成する。そして、加算部 116 は、再構成されたブロックをブロックメモリ 118 及びループフィルタ部 120 に出力する。再構成ブロックは、ローカル復号ブロックと呼ばれることもある。

[0122] [ブロックメモリ]

ブロックメモリ 118 は、例えば、イントラ予測で参照されるブロックで

あって符号化対象ピクチャ（カレントピクチャという）内のブロックを格納するための記憶部である。具体的には、ブロックメモリ 118 は、加算部 116 から出力された再構成ブロックを格納する。

[0123] [フレームメモリ]

フレームメモリ 122 は、例えば、インター予測に用いられる参照ピクチャを格納するための記憶部であり、フレームバッファと呼ばれることもある。具体的には、フレームメモリ 122 は、ループフィルタ部 120 によってフィルタされた再構成ブロックを格納する。

[0124] [ループフィルタ部]

ループフィルタ部 120 は、加算部 116 によって再構成されたブロックにループフィルタを施し、フィルタされた再構成ブロックをフレームメモリ 122 に出力する。ループフィルタとは、符号化ループ内で用いられるフィルタ（インループフィルタ）であり、例えば、デブロッキング・フィルタ（D F または D B F）、サンプルアダプティブオフセット（S A O）及びアダプティブループフィルタ（A L F）などを含む。

[0125] A L F では、符号化歪みを除去するための最小二乗誤差フィルタが適用され、例えばカレントブロック内の 2×2 サブブロックごとに、局所的な勾配（*gradient*）の方向及び活性度（*activity*）に基づいて複数のフィルタの中から選択された 1 つのフィルタが適用される。

[0126] 具体的には、まず、サブブロック（例えば 2×2 サブブロック）が複数のクラス（例えば 15 又は 25 クラス）に分類される。サブブロックの分類は、勾配の方向及び活性度に基づいて行われる。例えば、勾配の方向値 D（例えば 0 ~ 2 又は 0 ~ 4）と勾配の活性値 A（例えば 0 ~ 4）とを用いて分類値 C（例えば $C = 5D + A$ ）が算出される。そして、分類値 C に基づいて、サブブロックが複数のクラスに分類される。

[0127] 勾配の方向値 D は、例えば、複数の方向（例えば水平、垂直及び 2 つの対角方向）の勾配を比較することにより導出される。また、勾配の活性値 A は、例えば、複数の方向の勾配を加算し、加算結果を量子化することにより導

出される。

[0128] このような分類の結果に基づいて、複数のフィルタの中からサブブロックのためのフィルタが決定される。

[0129] A L Fで用いられるフィルタの形状としては例えば円対称形状が利用される。図6 A～図6 Cは、A L Fで用いられるフィルタの形状の複数の例を示す図である。図6 Aは、5 × 5 ダイヤモンド形状フィルタを示し、図6 Bは、7 × 7 ダイヤモンド形状フィルタを示し、図6 Cは、9 × 9 ダイヤモンド形状フィルタを示す。フィルタの形状を示す情報は、通常、ピクチャレベルで信号化される。なお、フィルタの形状を示す情報の信号化は、ピクチャレベルに限定される必要はなく、他のレベル（例えば、シーケンスレベル、スライスレベル、タイルレベル、C T Uレベル又はC Uレベル）であってもよい。

[0130] A L Fのオン／オフは、例えば、ピクチャレベル又はC Uレベルで決定されてもよい。例えば、輝度についてはC UレベルでA L Fを適用するか否かが決定されてもよく、色差についてはピクチャレベルでA L Fを適用するか否かが決定されてもよい。A L Fのオン／オフを示す情報は、通常、ピクチャレベル又はC Uレベルで信号化される。なお、A L Fのオン／オフを示す情報の信号化は、ピクチャレベル又はC Uレベルに限定される必要はなく、他のレベル（例えば、シーケンスレベル、スライスレベル、タイルレベル又はC T Uレベル）であってもよい。

[0131] 選択可能な複数のフィルタ（例えば1 5又は2 5までのフィルタ）の係数セットは、通常、ピクチャレベルで信号化される。なお、係数セットの信号化は、ピクチャレベルに限定される必要はなく、他のレベル（例えば、シーケンスレベル、スライスレベル、タイルレベル、C T Uレベル、C Uレベル又はサブブロックレベル）であってもよい。

[0132] [ループフィルタ部 > デブロッキング・フィルタ]

デブロッキング・フィルタでは、ループフィルタ部1 2 0は、再構成画像のブロック境界にフィルタ処理を行うことによって、そのブロック境界に生

じる歪みを減少させる。

- [0133] 図7は、デブロッキング・フィルタとして機能するループフィルタ部120の詳細な構成の一例を示すブロック図である。
- [0134] ループフィルタ部120は、境界判定部1201、フィルタ判定部1203と、フィルタ処理部1205と、処理判定部1208と、フィルタ特性決定部1207と、スイッチ1202、1204および1206とを備える。
- [0135] 境界判定部1201は、デブロッキング・フィルタ処理される画素（すなわち対象画素）がブロック境界付近に存在しているか否かを判定する。そして、境界判定部1201は、その判定結果をスイッチ1202および処理判定部1208に出力する。
- [0136] スイッチ1202は、対象画素がブロック境界付近に存在していると境界判定部1201によって判定された場合には、フィルタ処理前の画像を、スイッチ1204に出力する。逆に、スイッチ1202は、境界判定部1201によって対象画素がブロック境界付近に存在していないと判定された場合には、フィルタ処理前の画像をスイッチ1206に出力する。
- [0137] フィルタ判定部1203は、対象画素の周辺にある少なくとも1つの周辺画素の画素値に基づいて、対象画素に対してデブロッキング・フィルタ処理を行うか否かを判定する。そして、フィルタ判定部1203は、その判定結果をスイッチ1204および処理判定部1208に出力する。
- [0138] スイッチ1204は、対象画素にデブロッキング・フィルタ処理を行うとフィルタ判定部1203によって判定された場合には、スイッチ1202を介して取得したフィルタ処理前の画像を、フィルタ処理部1205に出力する。逆に、スイッチ1204は、対象画素にデブロッキング・フィルタ処理を行わないとフィルタ判定部1203によって判定された場合には、スイッチ1202を介して取得したフィルタ処理前の画像をスイッチ1206に出力する。
- [0139] フィルタ処理部1205は、スイッチ1202および1204を介してフィルタ処理前の画像を取得した場合には、フィルタ特性決定部1207によ

って決定されたフィルタ特性を有するデブロッキング・フィルタ処理を、対象画素に対して実行する。そして、フィルタ処理部1205は、そのフィルタ処理後の画素をスイッチ1206に出力する。

[0140] スイッチ1206は、処理判定部1208による制御に応じて、デブロッキング・フィルタ処理されていない画素と、フィルタ処理部1205によってデブロッキング・フィルタ処理された画素とを選択的に出力する。

[0141] 処理判定部1208は、境界判定部1201およびフィルタ判定部1203のそれぞれの判定結果に基づいて、スイッチ1206を制御する。つまり、処理判定部1208は、対象画素がブロック境界付近に存在していると境界判定部1201によって判定され、かつ、対象画素にデブロッキング・フィルタ処理を行うとフィルタ判定部1203によって判定された場合には、デブロッキング・フィルタ処理された画素をスイッチ1206から出力させる。また、上述の場合以外では、処理判定部1208は、デブロッキング・フィルタ処理されていない画素をスイッチ1206から出力させる。このような画素の出力が繰り返し行われることによって、フィルタ処理後の画像がスイッチ1206から出力される。

[0142] 図8は、ブロック境界に対して対称なフィルタ特性を有するデブロッキング・フィルタの例を示す概念図である。

[0143] デブロッキング・フィルタ処理では、例えば、画素値と量子化パラメータを用いて、特性の異なる2つのデブロッキング・フィルタ、すなわちストロングフィルタおよびウィークフィルタのうちの何れか1つが選択される。ストロングフィルタでは、図8に示すように、ブロック境界を挟んで画素 $p_0 \sim p_2$ と、画素 $q_0 \sim q_2$ とが存在する場合、画素 $q_0 \sim q_2$ のそれぞれの画素値は、例えば以下の式に示す演算を行うことによって、画素値 $q'_0 \sim q'_2$ に変更される。

[0144]
$$q'_0 = (p_1 + 2 \times p_0 + 2 \times q_0 + 2 \times q_1 + q_2 + 4) / 8$$
$$q'_1 = (p_0 + q_0 + q_1 + q_2 + 2) / 4$$
$$q'_2 = (p_0 + q_0 + q_1 + 3 \times q_2 + 2 \times q_3 + 4) / 8$$

- [0145] なお、上述の式において、 $p_0 \sim p_2$ および $q_0 \sim q_2$ は、画素 $p_0 \sim p_2$ および画素 $q_0 \sim q_2$ のそれぞれの画素値である。また、 q_3 は、画素 q_2 にブロック境界と反対側に隣接する画素 q_3 の画素値である。また、上述の各式の右辺において、デブロッキング・フィルタ処理に用いられる各画素の画素値に乗算される係数が、フィルタ係数である。
- [0146] さらに、デブロッキング・フィルタ処理では、演算後の画素値が閾値を超えて設定されないように、クリップ処理が行われてもよい。このクリップ処理では、上述の式による演算後の画素値は、量子化パラメータから決定される閾値を用いて、「演算対象画素値 $\pm 2 \times$ 閾値」にクリップされる。これにより、過度な平滑化を防ぐことができる。
- [0147] 図9は、デブロッキング・フィルタ処理が行われるブロック境界を説明するための概念図である。図10は、Bs値の一例を示す概念図である。
- [0148] デブロッキング・フィルタ処理が行われるブロック境界は、例えば、図9で示すような8×8画素ブロックのPU (Prediction Unit) またはTU (Transform Unit) の境界である。デブロッキング・フィルタ処理は、4行または4列を単位に行われ得る。まず、図9に示すブロックPおよびブロックQに対して、図10のようにBs (Boundary Strength) 値が決定される。
- [0149] 図10のBs値にしたがい、同一の画像に属するブロック境界であっても、異なる強さのデブロッキング・フィルタ処理を行うか否かが決定される。色差信号に対するデブロッキング・フィルタ処理は、Bs値が2の場合に行われる。輝度信号に対するデブロッキング・フィルタ処理は、Bs値が1以上であって、所定の条件が満たされた場合に行われる。所定の条件は、予め定められていてもよい。なお、Bs値の判定条件は図10に示したものに限定されず、他のパラメータに基づいて決定されてもよい。
- [0150] [予測処理部 (イントラ予測部・インター予測部・予測制御部)]
- 図11は、符号化装置100の予測処理部で行われる処理の一例を示すフローチャートである。なお、予測処理部は、イントラ予測部124、インタ

一予測部 1 2 6、および予測制御部 1 2 8 の全てまたは一部の構成要素からなる。

[0151] 予測処理部は、カレントブロックの予測画像を生成する（ステップ S b__1）。この予測画像は、予測信号または予測ブロックともいう。なお、予測信号には、例えばイントラ予測信号またはインター予測信号がある。具体的には、予測処理部は、予測ブロックの生成、差分ブロックの生成、係数ブロックの生成、差分ブロックの復元、および復号画像ブロックの生成が行われることによって既に得られている再構成画像を用いて、カレントブロックの予測画像を生成する。

[0152] 再構成画像は、例えば、参照ピクチャの画像であってもよいし、カレントブロックを含むピクチャであるカレントピクチャ内の符号化済みのブロックの画像であってもよい。カレントピクチャ内の符号化済みのブロックは、例えばカレントブロックの隣接ブロックである。

[0153] 図 1 2 は、符号化装置 1 0 0 の予測処理部で行われる処理の他の例を示すフローチャートである。

[0154] 予測処理部は、第 1 の方式で予測画像を生成し（ステップ S c__1 a）、第 2 の方式で予測画像を生成し（ステップ S c__1 b）、第 3 の方式で予測画像を生成する（ステップ S c__1 c）。第 1 の方式、第 2 の方式、および第 3 の方式は、予測画像を生成するための互いに異なる方式であって、それぞれ例えば、インター予測方式、イントラ予測方式、および、それら以外の予測方式であってもよい。これらの予測方式では、上述の再構成画像を用いてもよい。

[0155] 次に、予測処理部は、ステップ S c__1 a、S c__1 b、および S c__1 c で生成された複数の予測画像のうちの何れか 1 つを選択する（ステップ S c__2）。この予測画像の選択、すなわち最終的な予測画像を得るための方式またはモードの選択は、生成された各予測画像に対するコストを算出し、そのコストに基づいて行われてもよい。または、その予測画像の選択は、符号化の処理に用いられるパラメータに基づいて行われてもよい。符号化装置

100は、その選択された予測画像、方式またはモードを特定するための情報を符号化信号（符号化ビットストリームともいう）に信号化してもよい。その情報は、例えばフラグなどであってもよい。これにより、復号装置は、その情報に基づいて、符号化装置100において選択された方式またはモードにしたがって予測画像を生成することができる。なお、図12に示す例では、予測処理部は、各方式で予測画像を生成した後に、何れかの予測画像を選択する。しかし、予測処理部は、それらの予測画像を生成する前に、上述の符号化の処理に用いられるパラメータに基づいて、方式またはモードを選択し、その方式またはモードにしたがって予測画像を生成してもよい。

[0156] 例えば、第1の方式および第2の方式は、それぞれイントラ予測およびインター予測であって、予測処理部は、これらの予測方式にしたがって生成される予測画像から、カレントブロックに対する最終的な予測画像を選択してもよい。

[0157] 図13は、符号化装置100の予測処理部で行われる処理の他の例を示すフローチャートである。

[0158] まず、予測処理部は、イントラ予測によって予測画像を生成し（ステップSd__1a）、インター予測によって予測画像を生成する（ステップSd__1b）。なお、イントラ予測によって生成された予測画像を、イントラ予測画像ともいい、インター予測によって生成された予測画像を、インター予測画像ともいう。

[0159] 次に、予測処理部は、イントラ予測画像およびインター予測画像のそれぞれを評価する（ステップSd__2）。この評価には、コストが用いられてもよい。つまり、予測処理部は、イントラ予測画像およびインター予測画像のそれぞれのコストCを算出する。このコストCは、R-D最適化モデルの式、例えば、 $C = D + \lambda \times R$ によって算出され得る。この式において、Dは、予測画像の符号化歪であって、例えば、カレントブロックの画素値と予測画像の画素値との差分絶対値和などによって表される。また、Rは、予測画像の発生符号量であって、具体的には、予測画像を生成するための動き情報な

どの符号化に必要な符号量などである。また、 λ は、例えばラグランジュの未定乗数である。

[0160] そして、予測処理部は、イントラ予測画像およびインター予測画像から、最も小さいコストCが算出された予測画像を、カレントブロックの最終的な予測画像として選択する（ステップS d_3）。つまり、カレントブロックの予測画像を生成するための予測方式またはモードが選択される。

[0161] [イントラ予測部]

イントラ予測部124は、ブロックメモリ118に格納されたカレントピクチャ内のブロックを参照してカレントブロックのイントラ予測（画面内予測ともいう）を行うことで、予測信号（イントラ予測信号）を生成する。具体的には、イントラ予測部124は、カレントブロックに隣接するブロックのサンプル（例えば輝度値、色差値）を参照してイントラ予測を行うことでイントラ予測信号を生成し、イントラ予測信号を予測制御部128に出力する。

[0162] 例えば、イントラ予測部124は、規定の複数のイントラ予測モードのうちの1つを用いてイントラ予測を行う。複数のイントラ予測モードは、通常、1以上の非方向性予測モードと、複数の方向性予測モードと、を含む。規定の複数のモードは、予め規定されていてもよい。

[0163] 1以上の非方向性予測モードは、例えばH. 265/HEVC規格で規定されたPlanar予測モード及びDC予測モードを含む。

[0164] 複数の方向性予測モードは、例えばH. 265/HEVC規格で規定された33方向の予測モードを含む。なお、複数の方向性予測モードは、33方向に加えてさらに32方向の予測モード（合計で65個の方向性予測モード）を含んでもよい。図14は、イントラ予測において用いられ得る全67個のイントラ予測モード（2個の非方向性予測モード及び65個の方向性予測モード）を示す概念図である。実線矢印は、H. 265/HEVC規格で規定された33方向を表し、破線矢印は、追加された32方向を表す（2個の非方向性予測モードは図14には図示されていない）。

[0165] 種々の処理例では、色差ブロックのイントラ予測において、輝度ブロックが参照されてもよい。つまり、カレントブロックの輝度成分に基づいて、カレントブロックの色差成分が予測されてもよい。このようなイントラ予測は、CCLM (cross-component linear model) 予測と呼ばれることがある。このような輝度ブロックを参照する色差ブロックのイントラ予測モード（例えばCCLMモードと呼ばれる）は、色差ブロックのイントラ予測モードの1つとして加えられてもよい。

[0166] イントラ予測部124は、水平／垂直方向の参照画素の勾配に基づいてイントラ予測後の画素値を補正してもよい。このような補正をとまなうイントラ予測は、PDPC (position dependent intra prediction combination) と呼ばれることがある。PDPCの適用の有無を示す情報（例えばPDPCフラグと呼ばれる）は、通常、CUレベルで信号化される。なお、この情報の信号化は、CUレベルに限定される必要はなく、他のレベル（例えば、シーケンスレベル、ピクチャレベル、スライスレベル、タイルレベル又はCTUレベル）であってもよい。

[0167] [インター予測部]

インター予測部126は、フレームメモリ122に格納された参照ピクチャであってカレントピクチャとは異なる参照ピクチャを参照してカレントブロックのインター予測（画面間予測ともいう）を行うことで、予測信号（インター予測信号）を生成する。インター予測は、カレントブロック又はカレントブロック内のカレントサブブロック（例えば4×4ブロック）の単位で行われる。例えば、インター予測部126は、カレントブロック又はカレントサブブロックについて参照ピクチャ内で動き探索 (motion estimation) を行い、そのカレントブロック又はカレントサブブロックに最も一致する参照ブロック又はサブブロックを見つける。そして、インター予測部126は、参照ブロック又はサブブロックからカレントブロック又はサブブロックへの動き又は変化を補償する動き情報（例えば動きベクトル

）を取得する。インター予測部 126 は、その動き情報に基づいて、動き補償（または動き予測）を行い、カレントブロック又はサブブロックのインター予測信号を生成する。インター予測部 126 は、生成されたインター予測信号を予測制御部 128 に出力する。

[0168] 動き補償に用いられた動き情報は、多様な形態でインター予測信号として信号化されてもよい。例えば、動きベクトルが信号化されてもよい。他の例として、動きベクトルと予測動きベクトル（motion vector predictor）との差分が信号化されてもよい。

[0169] [インター予測の基本フロー]

図 15 は、インター予測の基本的な流れの一例を示すフローチャートである。

[0170] インター予測部 126 は、まず、予測画像を生成する（ステップ S e__1 ～ S e__3）。次に、減算部 104 は、カレントブロックと予測画像との差分を予測残差として生成する（ステップ S e__4）。

[0171] ここで、インター予測部 126 は、予測画像の生成では、カレントブロックの動きベクトル（MV）の決定（ステップ S e__1 および S e__2）と、動き補償（ステップ S e__3）とを行うことによって、その予測画像を生成する。また、インター予測部 126 は、MV の決定では、候補動きベクトル（候補 MV）の選択（ステップ S e__1）と、MV の導出（ステップ S e__2）とを行うことによって、その MV を決定する。候補 MV の選択は、例えば、候補 MV リストから少なくとも 1 つの候補 MV を選択することによって行われる。また、MV の導出では、インター予測部 126 は、少なくとも 1 つの候補 MV から、さらに少なくとも 1 つの候補 MV を選択することによって、その選択された少なくとも 1 つの候補 MV を、カレントブロックの MV として決定してもよい。あるいは、インター予測部 126 は、その選択された少なくとも 1 つの候補 MV のそれぞれについて、その候補 MV で指示される参照ピクチャの領域を探索することによって、カレントブロックの MV を決定してもよい。なお、この参照ピクチャの領域を探索することを、動き探

索 (motion estimation) と称してもよい。

[0172] また、上述の例では、ステップS e__1～S e__3は、インター予測部126によって行われるが、例えばステップS e__1またはステップS e__2などの処理は、符号化装置100に含まれる他の構成要素によって行われてもよい。

[0173] [動きベクトルの導出のフロー]

図16は、動きベクトル導出の一例を示すフローチャートである。

[0174] インター予測部126は、動き情報（例えばMV）を符号化するモードで、カレントブロックのMVを導出する。この場合、例えば動き情報が予測パラメータとして符号化されて、信号化される。つまり、符号化された動き情報が、符号化信号（符号化ビットストリームともいう）に含まれる。

[0175] あるいは、インター予測部126は、動き情報を符号化しないモードでMVを導出する。この場合には、動き情報は、符号化信号に含まれない。

[0176] ここで、MV導出のモードには、後述のノーマルインターモード、マージモード、FRUCモードおよびアフィンモードなどがある。これらのモードのうち、動き情報を符号化するモードには、ノーマルインターモード、マージモード、およびアフィンモード（具体的には、アフィンインターモードおよびアフィンマージモード）などがある。なお、動き情報には、MVだけでなく、後述の予測動きベクトル選択情報が含まれてもよい。また、動き情報を符号化しないモードには、FRUCモードなどがある。インター予測部126は、これらの複数のモードから、カレントブロックのMVを導出するためのモードを選択し、その選択されたモードを用いてカレントブロックのMVを導出する。

[0177] 図17は、動きベクトル導出の他の例を示すフローチャートである。

[0178] インター予測部126は、差分MVを符号化するモードで、カレントブロックのMVを導出する。この場合、例えば差分MVが予測パラメータとして符号化されて、信号化される。つまり、符号化された差分MVが、符号化信号に含まれる。この差分MVは、カレントブロックのMVと、その予測MV

との差である。

[0179] あるいは、インター予測部126は、差分MVを符号化しないモードでMVを導出する。この場合には、符号化された差分MVは、符号化信号に含まれない。

[0180] ここで、上述のようにMVの導出のモードには、後述のノーマルインター、マージモード、FRUCモードおよびアフィンモードなどがある。これらのモードのうち、差分MVを符号化するモードには、ノーマルインターモードおよびアフィンモード（具体的には、アフィンインターモード）などがある。また、差分MVを符号化しないモードには、FRUCモード、マージモードおよびアフィンモード（具体的には、アフィンマージモード）などがある。インター予測部126は、これらの複数のモードから、カレントブロックのMVを導出するためのモードを選択し、その選択されたモードを用いてカレントブロックのMVを導出する。

[0181] [動きベクトルの導出のフロー]

図18は、動きベクトル導出の他の例を示すフローチャートである。MV導出のモード、すなわちインター予測モードには、複数のモードがあり、大きく分けて、差分MVを符号化するモードと、差分動きベクトルを符号化しないモードとがある。差分MVを符号化しないモードには、マージモード、FRUCモード、およびアフィンモード（具体的には、アフィンマージモード）がある。これらのモードの詳細については、後述するが、簡単には、マージモードは、周辺の符号化済みブロックから動きベクトルを選択することによって、カレントブロックのMVを導出するモードであり、FRUCモードは、符号化済み領域間で探索を行うことによって、カレントブロックのMVを導出するモードである。また、アフィンモードは、アフィン変換を想定して、カレントブロックを構成する複数のサブブロックそれぞれの動きベクトルを、カレントブロックのMVとして導出するモードである。

[0182] 具体的には、図示されるように、インター予測部126は、インター予測モード情報が0を示す場合（Sf__1で0）、マージモードにより動きベク

トルを導出する (S f __ 2)。また、インター予測部 1 2 6 は、インター予測モード情報が 1 を示す場合 (S f __ 1 で 1)、F R U C モードにより動きベクトルを導出する (S f __ 3)。また、インター予測部 1 2 6 は、インター予測モード情報が 2 を示す場合 (S f __ 1 で 2)、アフィンモード (具体的には、アフィンマージモード) により動きベクトルを導出する (S f __ 4)。また、インター予測部 1 2 6 は、インター予測モード情報が 3 を示す場合 (S f __ 1 で 3)、差分 M V を符号化するモード (例えば、ノーマルインターモード) により動きベクトルを導出する (S f __ 5)。

[0183] [M V 導出 > ノーマルインターモード]

ノーマルインターモードは、候補 M V によって示される参照ピクチャの領域から、カレントブロックの画像に類似するブロックに基づいて、カレントブロックの M V を導出するインター予測モードである。また、このノーマルインターモードでは、差分 M V が符号化される。

[0184] 図 1 9 は、ノーマルインターモードによるインター予測の例を示すフローチャートである。

[0185] インター予測部 1 2 6 は、まず、時間的または空間的にカレントブロックの周囲にある複数の符号化済みブロックの M V などの情報に基づいて、そのカレントブロックに対して複数の候補 M V を取得する (ステップ S g __ 1)。つまり、インター予測部 1 2 6 は、候補 M V リストを作成する。

[0186] 次に、インター予測部 1 2 6 は、ステップ S g __ 1 で取得された複数の候補 M V の中から、N 個 (N は 2 以上の整数) の候補 M V のそれぞれを予測動きベクトル候補 (予測 M V 候補ともいう) として、所定の優先順位に従って抽出する (ステップ S g __ 2)。なお、その優先順位は、N 個の候補 M V のそれぞれに対して予め定められていてもよい。

[0187] 次に、インター予測部 1 2 6 は、その N 個の予測動きベクトル候補の中から 1 つの予測動きベクトル候補を、カレントブロックの予測動きベクトル (予測 M V ともいう) として選択する (ステップ S g __ 3)。このとき、インター予測部 1 2 6 は、選択された予測動きベクトルを識別するための予測動

きベクトル選択情報をストリームに符号化する。なお、ストリームは、上述の符号化信号または符号化ビットストリームである。

[0188] 次に、インター予測部 126 は、符号化済み参照ピクチャを参照し、カレントブロックのMVを導出する（ステップSg__4）。このとき、インター予測部 126 は、さらに、その導出されたMVと予測動きベクトルとの差分値を差分MVとしてストリームに符号化する。なお、符号化済み参照ピクチャは、符号化後に再構成された複数のブロックからなるピクチャである。

[0189] 最後に、インター予測部 126 は、その導出されたMVと符号化済み参照ピクチャとを用いてカレントブロックに対して動き補償を行ことにより、そのカレントブロックの予測画像を生成する（ステップSg__5）。なお、予測画像は、上述のインター予測信号である。

[0190] また、符号化信号に含められる、予測画像の生成に用いられたインター予測モード（上述の例ではノーマルインターモード）を示す情報は、例えば予測パラメータとして符号化される。

[0191] なお、候補MVリストは、他のモードに用いられるリストと共通に用いられてもよい。また、候補MVリストに関する処理を、他のモードに用いられるリストに関する処理に適用してもよい。この候補MVリストに関する処理は、例えば、候補MVリストからの候補MVの抽出もしくは選択、候補MVの並び替え、または、候補MVの削除などである。

[0192] [MV導出 > マージモード]

マージモードは、候補MVリストから候補MVをカレントブロックのMVとして選択することによって、そのMVを導出するインター予測モードである。

[0193] 図20は、マージモードによるインター予測の例を示すフローチャートである。

[0194] インター予測部 126 は、まず、時間的または空間的にカレントブロックの周囲にある複数の符号化済みブロックのMVなどの情報に基づいて、そのカレントブロックに対して複数の候補MVを取得する（ステップSh__1）

。つまり、インター予測部126は、候補MVリストを作成する。

[0195] 次に、インター予測部126は、ステップSh__1で取得された複数の候補MVの中から1つの候補MVを選択することによって、カレントブロックのMVを導出する(ステップSh__2)。このとき、インター予測部126は、選択された候補MVを識別するためのMV選択情報をストリームに符号化する。

[0196] 最後に、インター予測部126は、その導出されたMVと符号化済み参照ピクチャとを用いてカレントブロックに対して動き補償を行うことにより、そのカレントブロックの予測画像を生成する(ステップSh__3)。

[0197] また、符号化信号に含められる、予測画像の生成に用いられたインター予測モード(上述の例ではマージモード)を示す情報は、例えば予測パラメータとして符号化される。

[0198] 図21は、マージモードによるカレントピクチャの動きベクトル導出処理の一例を説明するための概念図である。

[0199] まず、予測MVの候補を登録した予測MVリストを生成する。予測MVの候補としては、対象ブロックの空間的に周辺に位置する複数の符号化済みブロックが持つMVである空間隣接予測MV、符号化済み参照ピクチャにおける対象ブロックの位置を投影した近辺のブロックが持つMVである時間隣接予測MV、空間隣接予測MVと時間隣接予測MVのMV値を組み合わせで生成したMVである結合予測MV、および値がゼロのMVであるゼロ予測MV等がある。

[0200] 次に、予測MVリストに登録されている複数の予測MVの中から1つの予測MVを選択することで、対象ブロックのMVとして決定する。

[0201] さらに、可変長符号化部では、どの予測MVを選択したかを示す信号であるmerge__idxをストリームに記述して符号化する。

[0202] なお、図21で説明した予測MVリストに登録する予測MVは一例であり、図中の個数とは異なる個数であったり、図中の予測MVの一部の種類を含まない構成であったり、図中の予測MVの種類以外の予測MVを追加した構

成であったりしてもよい。

[0203] マージモードにより導出した対象ブロックのMVを用いて、後述するDMVR (decoder motion vector refinement) 処理を行うことによって最終的なMVを決定してもよい。

[0204] なお、予測MVの候補は、上述の候補MVであり、予測MVリストは、上述の候補MVリストである。また、候補MVリストを、候補リストと称してもよい。また、merge_idxは、MV選択情報である。

[0205] [MV導出 > FRUCモード]

動き情報は符号化装置側から信号化されずに、復号装置側で導出されてもよい。なお、上述のように、H. 265/HEVC規格で規定されたマージモードが用いられてもよい。また例えば、復号装置側で動き探索を行うことにより動き情報が導出されてもよい。実施の形態において、復号装置側では、カレントブロックの画素値を用いずに動き探索が行われる。

[0206] ここで、復号装置側で動き探索を行うモードについて説明する。この復号装置側で動き探索を行うモードは、PMMVD (pattern matched motion vector derivation) モード又はFRUC (frame rate up-conversion) モードと呼ばれることがある。

[0207] フローチャートの形式でFRUC処理の一例を図22に示す。まず、カレントブロックに空間的又は時間的に隣接する符号化済みブロックの動きベクトルを参照して、各々が予測動きベクトル(MV)を有する複数の候補のリスト(すなわち、候補MVリストであって、マージリストと共通であってもよい)が生成される(ステップSi_1)。次に、候補MVリストに登録されている複数の候補MVの中からベスト候補MVを選択する(ステップSi_2)。例えば、候補MVリストに含まれる各候補MVの評価値が算出され、評価値に基づいて1つの候補MVが選択される。そして、選択された候補の動きベクトルに基づいて、カレントブロックのための動きベクトルが導出される(ステップSi_4)。具体的には、例えば、選択された候補の動き

ベクトル（ベスト候補MV）がそのままカレントブロックのための動きベクトルとして導出される。また例えば、選択された候補の動きベクトルに対応する参照ピクチャ内の位置の周辺領域において、パターンマッチングを行うことにより、カレントブロックのための動きベクトルが導出されてもよい。すなわち、ベスト候補MVの周辺の領域に対して、参照ピクチャにおけるパターンマッチングおよび評価値を用いた探索を行い、さらに評価値が良い値となるMVがあった場合は、ベスト候補MVを前記MVに更新して、それをカレントブロックの最終的なMVとしてもよい。より良い評価値を有するMVへの更新を行う処理を実施しない構成とすることも可能である。

- [0208] 最後に、インター予測部126は、その導出されたMVと符号化済み参照ピクチャとを用いてカレントブロックに対して動き補償を行うことにより、そのカレントブロックの予測画像を生成する（ステップS i _ 5）。
- [0209] サブブロック単位で処理を行う場合も全く同様の処理としてもよい。
- [0210] 評価値は、種々の方法によって算出されてもよい。例えば、動きベクトルに対応する参照ピクチャ内の領域の再構成画像と、所定の領域（その領域は、例えば、以下に示すように、他の参照ピクチャの領域またはカレントピクチャの隣接ブロックの領域であってもよい）の再構成画像とを比較する。所定の領域は予め定められていてもよい。
- [0211] そして、2つの再構成画像の画素値の差分を算出して、動きベクトルの評価値に用いてもよい。なお、差分値に加えてそれ以外の情報を用いて評価値を算出してもよい。
- [0212] 次に、パターンマッチングの例について詳細に説明する。まず、候補MVリスト（例えばマージリスト）に含まれる1つの候補MVを、パターンマッチングによる探索のスタートポイントとして選択する。例えば、パターンマッチングとしては、第1パターンマッチング又は第2パターンマッチングが用いられ得る。第1パターンマッチング及び第2パターンマッチングは、それぞれ、バイラテラルマッチング（*b i l a t e r a l m a t c h i n g*）及びテンプレートマッチング（*t e m p l a t e m a t c h i n g*）と

呼ばれることがある。

[0213] [MV導出 > FRUC > バイラテラルマッチング]

第1パターンマッチングでは、異なる2つの参照ピクチャ内の2つのブロックであってカレントブロックの動き軌道 (motion trajectory) に沿う2つのブロックの間でパターンマッチングが行われる。したがって、第1パターンマッチングでは、上述した候補の評価値の算出のための所定の領域として、カレントブロックの動き軌道に沿う他の参照ピクチャ内の領域が用いられる。所定の領域は、予め定められていてもよい。

[0214] 図23は、動き軌道に沿う2つの参照ピクチャにおける2つのブロック間での第1パターンマッチング (バイラテラルマッチング) の一例を説明するための概念図である。図23に示すように、第1パターンマッチングでは、カレントブロック (Cur block) の動き軌道に沿う2つのブロックであって異なる2つの参照ピクチャ (Ref 0、Ref 1) 内の2つのブロックのペアの中で最もマッチするペアを探索することにより2つの動きベクトル (MV 0、MV 1) が導出される。具体的には、カレントブロックに対して、候補MVで指定された第1の符号化済み参照ピクチャ (Ref 0) 内の指定位置における再構成画像と、前記候補MVを表示時間間隔でスケールした対称MVで指定された第2の符号化済み参照ピクチャ (Ref 1) 内の指定位置における再構成画像との差分を導出し、得られた差分値を用いて評価値を算出する。複数の候補MVの中で最も評価値が良い値となる候補MVを最終MVとして選択することが可能であり、良い結果をもたらし得る。

[0215] 連続的な動き軌道の仮定の下では、2つの参照ブロックを指し示す動きベクトル (MV 0、MV 1) は、カレントピクチャ (Cur Pic) と2つの参照ピクチャ (Ref 0、Ref 1) との間の時間的な距離 (TD 0、TD 1) に対して比例する。例えば、カレントピクチャが時間的に2つの参照ピクチャの間に位置し、カレントピクチャから2つの参照ピクチャへの時間的な距離が等しい場合、第1パターンマッチングでは、鏡映対称な双方向の

動きベクトルが導出される。

[0216] [MV導出 > FRUC > テンプレートマッチング]

第2パターンマッチング（テンプレートマッチング）では、カレントピクチャ内のテンプレート（カレントピクチャ内でカレントブロックに隣接するブロック（例えば上及び／又は左隣接ブロック））と参照ピクチャ内のブロックとの間でパターンマッチングが行われる。したがって、第2パターンマッチングでは、上述した候補の評価値の算出のための所定の領域として、カレントピクチャ内のカレントブロックに隣接するブロックが用いられる。

[0217] 図24は、カレントピクチャ内のテンプレートと参照ピクチャ内のブロックとの間でのパターンマッチング（テンプレートマッチング）の一例を説明するための概念図である。図24に示すように、第2パターンマッチングでは、カレントピクチャ（Cur Pic）内でカレントブロック（Cur block）に隣接するブロックと最もマッチするブロックを参照ピクチャ（Ref 0）内で探索することによりカレントブロックの動きベクトルが導出される。具体的には、カレントブロックに対して、左隣接および上隣接の両方もしくはどちらか一方の符号化済み領域の再構成画像と、候補MVで指定された符号化済み参照ピクチャ（Ref 0）内の同等位置における再構成画像との差分を導出し、得られた差分値を用いて評価値を算出し、複数の候補MVの中で最も評価値が良い値となる候補MVをベスト候補MVとして選択することが可能である。

[0218] このようなFRUCモードを適用するか否かを示す情報（例えばFRUCフラグと呼ばれる）は、CUレベルで信号化されてもよい。また、FRUCモードが適用される場合（例えばFRUCフラグが真の場合）、適用可能なパターンマッチングの方法（第1パターンマッチング又は第2パターンマッチング）を示す情報がCUレベルで信号化されてもよい。なお、これらの情報の信号化は、CUレベルに限定される必要はなく、他のレベル（例えば、シーケンスレベル、ピクチャレベル、スライスレベル、タイルレベル、CTUレベル又はサブブロックレベル）であってもよい。

[0219] [MV導出 > アフィンモード]

次に、複数の隣接ブロックの動きベクトルに基づいてサブブロック単位で動きベクトルを導出するアフィンモードについて説明する。このモードは、アフィン動き補償予測 (a f f i n e m o t i o n c o m p e n s a t i o n p r e d i c t i o n) モードと呼ばれることがある。

[0220] 図25Aは、複数の隣接ブロックの動きベクトルに基づくサブブロック単位の動きベクトルの導出の一例を説明するための概念図である。図25Aにおいて、カレントブロックは、16の4×4サブブロックを含む。ここでは、隣接ブロックの動きベクトルに基づいてカレントブロックの左上角制御ポイントの動きベクトル v_0 が導出され、同様に、隣接サブブロックの動きベクトルに基づいてカレントブロックの右上角制御ポイントの動きベクトル v_1 が導出される。そして、以下の式(1A)により、2つの動きベクトル v_0 及び v_1 が投影されてもよく、カレントブロック内の各サブブロックの動きベクトル(v_x , v_y)が導出されてもよい。

[0221] [数1]

$$\begin{cases} v_x = \frac{(v_{1x} - v_{0x})}{w}x - \frac{(v_{1y} - v_{0y})}{w}y + v_{0x} \\ v_y = \frac{(v_{1y} - v_{0y})}{w}x - \frac{(v_{1x} - v_{0x})}{w}y + v_{0y} \end{cases} \quad (1A)$$

[0222] ここで、 x 及び y は、それぞれ、サブブロックの水平位置及び垂直位置を示し、 w は、所定の重み係数を示す。所定の重み係数は、予め決定されていてもよい。

[0223] このようなアフィンモードを示す情報(例えばアフィンフラグと呼ばれる)は、CUレベルで信号化されてもよい。なお、このアフィンモードを示す情報の信号化は、CUレベルに限定される必要はなく、他のレベル(例えば、シーケンスレベル、ピクチャレベル、スライスレベル、タイルレベル、CTUレベル又はサブブロックレベル)であってもよい。

[0224] また、このようなアフィンモードでは、左上及び右上角制御ポイントの動きベクトルの導出方法が異なるいくつかのモードを含んでもよい。例えば、

アフィンモードには、アフィンインター（アフィンノーマルインターともいう）モードと、アフィンマージモードの2つのモードがある。

[0225] [MV導出 > アフィンモード]

図25Bは、3つの制御ポイントを有するアフィンモードにおけるサブブロック単位の動きベクトルの導出の一例を説明するための概念図である。図25Bにおいて、カレントブロックは、16の4×4サブブロックを含む。ここでは、隣接ブロックの動きベクトルに基づいてカレントブロックの左上角制御ポイントの動きベクトル v_0 が導出され、同様に、隣接ブロックの動きベクトルに基づいてカレントブロックの右上角制御ポイントの動きベクトル v_1 、隣接ブロックの動きベクトルに基づいてカレントブロックの左下角制御ポイントの動きベクトル v_2 が導出される。そして、以下の式(1B)により、3つの動きベクトル v_0 、 v_1 及び v_2 が投影されてもよく、カレントブロック内の各サブブロックの動きベクトル(v_x , v_y)が導出されてもよい。

[0226] [数2]

$$\begin{cases} v_x = \frac{(v_{1x} - v_{0x})}{w}x - \frac{(v_{2x} - v_{0x})}{h}y + v_{0x} \\ v_y = \frac{(v_{1y} - v_{0y})}{w}x - \frac{(v_{2y} - v_{0y})}{h}y + v_{0y} \end{cases} \quad (1B)$$

[0227] ここで、 x 及び y は、それぞれ、サブブロック中心の水平位置及び垂直位置を示し、 w は、カレントブロックの幅、 h は、カレントブロックの高さを示す。

[0228] 異なる制御ポイント数（例えば、2つと3つ）のアフィンモードは、CUレベルで切り替えて信号化されてもよい。なお、CUレベルで使用しているアフィンモードの制御ポイント数を示す情報を、他のレベル（例えば、シーケンスレベル、ピクチャレベル、スライスレベル、タイルレベル、CTUレベル又はサブブロックレベル）で信号化してもよい。

[0229] また、このような3つの制御ポイントを有するアフィンモードでは、左上、右上及び左下角制御ポイントの動きベクトルの導出方法が異なるいくつかのモードを含んでもよい。例えば、アフィンモードには、アフィンインター

(アフィンノーマルインターともいう)モードと、アフィンマージモードの2つのモードがある。

[0230] [MV導出 > アフィンマージモード]

図26A、図26Bおよび図26Cは、アフィンマージモードを説明するための概念図である。

[0231] アフィンマージモードでは、図26Aに示すように、例えば、カレントブロックに隣接する符号化済みブロックA(左)、ブロックB(上)、ブロックC(右上)、ブロックD(左下)およびブロックE(左上)のうち、アフィンモードで符号化されたブロックに対応する複数の動きベクトルに基づいて、カレントブロックの制御ポイントのそれぞれの予測動きベクトルが算出される。具体的には、符号化済みブロックA(左)、ブロックB(上)、ブロックC(右上)、ブロックD(左下)およびブロックE(左上)の順序でこれらのブロックが検査され、アフィンモードで符号化された最初の有効なブロックが特定される。この特定されたブロックに対応する複数の動きベクトルに基づいて、カレントブロックの制御ポイントの予測動きベクトルが算出される。

[0232] 例えば、図26Bに示すように、カレントブロックの左に隣接するブロックAが2つの制御ポイントを有するアフィンモードで符号化されている場合は、ブロックAを含む符号化済みブロックの左上角および右上角の位置に投影した動きベクトル v_3 および v_4 が導出される。そして、導出された動きベクトル v_3 および v_4 から、カレントブロックの左上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_0 と、右上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_1 が算出される。

[0233] 例えば、図26Cに示すように、カレントブロックの左に隣接するブロックAが3つの制御ポイントを有するアフィンモードで符号化されている場合は、ブロックAを含む符号化済みブロックの左上角、右上角および左下角の位置に投影した動きベクトル v_3 、 v_4 および v_5 が導出される。そして、導出された動きベクトル v_3 、 v_4 および v_5 から、カレントブロックの左上角の制

御ポイントの予測動きベクトル v_0 と、右上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_1 と、左下角の制御ポイントの予測動きベクトル v_2 が算出される。

[0234] なお、後述する図29のステップS_j__1におけるカレントブロックの制御ポイントのそれぞれの予測動きベクトルの導出に、この予測動きベクトル導出方法を用いてもよい。

[0235] 図27は、アフィンマージモードの一例を示すフローチャートである。

[0236] アフィンマージモードでは、図示されるように、まず、インター予測部126は、カレントブロックの制御ポイントのそれぞれの予測MVを導出する（ステップS_k__1）。制御ポイントは、図25Aに示すように、カレントブロックの左上角および右上角のポイント、或いは図25Bに示すように、カレントブロックの左上角、右上角および左下角のポイントである。

[0237] つまり、インター予測部126は、図26Aに示すように、符号化済みブロックA（左）、ブロックB（上）、ブロックC（右上）、ブロックD（左下）およびブロックE（左上）の順序にこれらのブロックを検査し、アフィンモードで符号化された最初の有効なブロックを特定する。

[0238] そして、ブロックAが特定されブロックAが2つの制御ポイントを有する場合、図26Bに示すように、インター予測部126は、ブロックAを含む符号化済みブロックの左上角および右上角の動きベクトル v_3 および v_4 から、カレントブロックの左上角の制御ポイントの動きベクトル v_0 と、右上角の制御ポイントの動きベクトル v_1 とを算出する。例えば、インター予測部126は、符号化済みブロックの左上角および右上角の動きベクトル v_3 および v_4 を、カレントブロックに投影することによって、カレントブロックの左上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_0 と、右上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_1 とを算出する。

[0239] 或いは、ブロックAが特定されブロックAが3つの制御ポイントを有する場合、図26Cに示すように、インター予測部126は、ブロックAを含む符号化済みブロックの左上角、右上角および左下角の動きベクトル v_3 、 v_4 および v_5 から、カレントブロックの左上角の制御ポイントの動きベクトル v

v_0 と、右上隅の制御ポイントの動きベクトル v_1 、左下隅の制御ポイントの動きベクトル v_2 とを算出する。例えば、インター予測部126は、符号化済みブロックの左上隅、右上隅および左下隅の動きベクトル v_3 、 v_4 および v_5 を、カレントブロックに投影することによって、カレントブロックの左上隅の制御ポイントの予測動きベクトル v_0 と、右上隅の制御ポイントの予測動きベクトル v_1 、左下隅の制御ポイントの動きベクトル v_2 とを算出する。

[0240] 次に、インター予測部126は、カレントブロックに含まれる複数のサブブロックのそれぞれについて、動き補償を行う。すなわち、インター予測部126は、その複数のサブブロックのそれぞれについて、2つの予測動きベクトル v_0 および v_1 と上述の式(1A)、或いは3つの予測動きベクトル v_0 、 v_1 および v_2 と上述の式(1B)とを用いて、そのサブブロックの動きベクトルをアフィンMVとして算出する(ステップSk_2)。そして、インター予測部126は、それらのアフィンMVおよび符号化済み参照ピクチャを用いてそのサブブロックに対して動き補償を行う(ステップSk_3)。その結果、カレントブロックに対して動き補償が行われ、そのカレントブロックの予測画像が生成される。

[0241] [MV導出 > アフィンインターモード]

図28Aは、2つの制御ポイントを有するアフィンインターモードを説明するための概念図である。

[0242] このアフィンインターモードでは、図28Aに示すように、カレントブロックに隣接する符号化済みブロックA、ブロックBおよびブロックCの動きベクトルから選択された動きベクトルが、カレントブロックの左上隅の制御ポイントの予測動きベクトル v_0 として用いられる。同様に、カレントブロックに隣接する符号化済みブロックDおよびブロックEの動きベクトルから選択された動きベクトルが、カレントブロックの右上隅の制御ポイントの予測動きベクトル v_1 として用いられる。

[0243] 図28Bは、3つの制御ポイントを有するアフィンインターモードを説明するための概念図である。

- [0244] このアフィンインターモードでは、図28Bに示すように、カレントブロックに隣接する符号化済みブロックA、ブロックBおよびブロックCの動きベクトルから選択された動きベクトルが、カレントブロックの左上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_0 として用いられる。同様に、カレントブロックに隣接する符号化済みブロックDおよびブロックEの動きベクトルから選択された動きベクトルが、カレントブロックの右上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_1 として用いられる。更に、カレントブロックに隣接する符号化済みブロックFおよびブロックGの動きベクトルから選択された動きベクトルが、カレントブロックの左下角の制御ポイントの予測動きベクトル v_2 として用いられる。
- [0245] 図29は、アフィンインターモードの一例を示すフローチャートである。
- [0246] 図示されるように、アフィンインターモードでは、まず、インター予測部126は、カレントブロックの2つまたは3つの制御ポイントのそれぞれの予測MV (v_0 , v_1) または (v_0 , v_1 , v_2) を導出する (ステップS_j__1)。制御ポイントは、図25Aまたは図25Bに示すように、カレントブロックの左上角、右上角或いは左下角のポイントである。
- [0247] つまり、インター予測部126は、図28Aまたは図28Bに示すカレントブロックの各制御ポイント近傍の符号化済みブロックのうちの何れかのブロックの動きベクトルを選択することによって、カレントブロックの制御ポイントの予測動きベクトル (v_0 , v_1) または (v_0 , v_1 , v_2) を導出する。このとき、インター予測部126は、選択された2つの動きベクトルを識別するための予測動きベクトル選択情報をストリームに符号化する。
- [0248] 例えば、インター予測部126は、カレントブロックに隣接する符号化済みブロックからどのブロックの動きベクトルを制御ポイントの予測動きベクトルとして選択するかを、コスト評価等を用いて決定し、どの予測動きベクトルを選択したかを示すフラグをビットストリームに記述してもよい。
- [0249] 次に、インター予測部126は、ステップS_j__1で選択または導出された予測動きベクトルをそれぞれ更新しながら (ステップS_j__2)、動き探

索を行う（ステップS_j__3およびS_j__4）。つまり、インター予測部126は、更新される予測動きベクトルに対応する各サブブロックの動きベクトルをアフィンMVとして、上述の式（1A）または式（1B）を用いて算出する（ステップS_j__3）。そして、インター予測部126は、それらのアフィンMVおよび符号化済み参照ピクチャを用いて各サブブロックに対して動き補償を行う（ステップS_j__4）。その結果、インター予測部126は、動き探索ループにおいて、例えば最も小さいコストが得られる予測動きベクトルを、制御ポイントの動きベクトルとして決定する（ステップS_j__5）。このとき、インター予測部126は、さらに、その決定されたMVと予測動きベクトルとのそれぞれの差分値を差分MVとしてストリームに符号化する。

[0250] 最後に、インター予測部126は、その決定されたMVと符号化済み参照ピクチャとを用いてカレントブロックに対して動き補償を行ことにより、そのカレントブロックの予測画像を生成する（ステップS_j__6）。

[0251] [MV導出 > アフィンインターモード]

異なる制御ポイント数（例えば、2つと3つ）のアフィンモードをCUレベルで切り替えて信号化する場合、符号化済みブロックとカレントブロックで制御ポイントの数が異なる場合がある。図30Aおよび図30Bは、符号化済みブロックとカレントブロックで制御ポイントの数が異なる場合の、制御ポイントの予測ベクトル導出方法を説明するための概念図である。

[0252] 例えば、図30Aに示すように、カレントブロックが左上角、右上角および左下角の3つの制御ポイントを有し、カレントブロックの左に隣接するブロックAが2つの制御ポイントを有するアフィンモードで符号化されている場合は、ブロックAを含む符号化済みブロックの左上角および右上角の位置に投影した動きベクトル v_3 および v_4 が導出される。そして、導出された動きベクトル v_3 および v_4 から、カレントブロックの左上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_0 と、右上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_1 が算出される。更に、導出された動きベクトル v_0 および v_1 から、左下角の制御

ポイントの予測動きベクトル v_2 が算出される。

[0253] 例えば、図30Bに示すように、カレントブロックが左上角および右上角の2つの制御ポイントを有し、カレントブロックの左に隣接するブロックAが3つの制御ポイントを有するアフィンモードで符号化されている場合は、ブロックAを含む符号化済みブロックの左上角、右上角および左下角の位置に投影した動きベクトル v_3 、 v_4 および v_5 が導出される。そして、導出された動きベクトル v_3 、 v_4 および v_5 から、カレントブロックの左上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_0 と、右上角の制御ポイントの予測動きベクトル v_1 が算出される。

[0254] 図29のステップS_j__1におけるカレントブロックの制御ポイントのそれぞれの予測動きベクトルの導出に、この予測動きベクトル導出方法を用いてもよい。

[0255] [MV導出 > DMVR]

図31Aは、マージモードおよびDMVRの関係を示すフローチャートである。

[0256] インター予測部126は、マージモードでカレントブロックの動きベクトルを導出する(ステップS_l__1)。次に、インター予測部126は、動きベクトルの探索、すなわち動き探索を行うか否かを判定する(ステップS_l__2)。ここで、インター予測部126は、動き探索を行わないと判定すると(ステップS_l__2のNo)、ステップS_l__1で導出された動きベクトルを、カレントブロックに対する最終の動きベクトルとして決定する(ステップS_l__4)。すなわち、この場合には、マージモードでカレントブロックの動きベクトルが決定される。

[0257] 一方、ステップS_l__1で動き探索を行うと判定すると(ステップS_l__2のYes)、インター予測部126は、ステップS_l__1で導出された動きベクトルによって示される参照ピクチャの周辺領域を探索することによって、カレントブロックに対して最終の動きベクトルを導出する(ステップS_l__3)。すなわち、この場合には、DMVRでカレントブロックの動きベ

クトルが決定される。

[0258] 図3 1 Bは、MVを決定するためのDMVR処理の一例を説明するための概念図である。

[0259] まず、（例えばマージモードにおいて）カレントブロックに設定された最適MVPを、候補MVとする。そして、候補MV（L0）に従って、L0方向の符号化済みピクチャである第1参照ピクチャ（L0）から参照画素を特定する。同様に、候補MV（L1）に従って、L1方向の符号化済みピクチャである第2参照ピクチャ（L1）から参照画素を特定する。これらの参照画素の平均をとることでテンプレートを生成する。

[0260] 次に、前記テンプレートを用いて、第1参照ピクチャ（L0）および第2参照ピクチャ（L1）の候補MVの周辺領域をそれぞれ探索し、コストが最小となるMVを最終的なMVとして決定する。なお、コスト値は、例えば、テンプレートの各画素値と探索領域の各画素値との差分値および候補MV値等を用いて算出してもよい。

[0261] なお、典型的には、符号化装置と、後述の復号化装置とでは、ここで説明した処理の構成および動作は基本的に共通である。

[0262] ここで説明した処理例そのものでなくても、候補MVの周辺を探索して最終的なMVを導出することができる処理であれば、どのような処理を用いてもよい。

[0263] [動き補償 > BIO/OBMC]

動き補償では、予測画像を生成し、その予測画像を補正するモードがある。そのモードは、例えば、後述のBIOおよびOBMCである。

[0264] 図3 2は、予測画像の生成の一例を示すフローチャートである。

[0265] インター予測部126は、予測画像を生成し（ステップSm__1）、例えば上述の何れかのモードによってその予測画像を補正する（ステップSm__2）。

[0266] 図3 3は、予測画像の生成の他の例を示すフローチャートである。

[0267] インター予測部126は、カレントブロックの動きベクトルを決定する（

ステップS_n__1)。次に、インター予測部126は、予測画像を生成し（ステップS_n__2）、補正処理を行うか否かを判定する（ステップS_n__3）。ここで、インター予測部126は、補正処理を行うと判定すると（ステップS_n__3のYes）、その予測画像を補正することによって最終的な予測画像を生成する（ステップS_n__4）。一方、インター予測部126は、補正処理を行わないと判定すると（ステップS_n__3のNo）、その予測画像を補正することなく最終的な予測画像として出力する（ステップS_n__5）。

[0268] また、動き補償では、予測画像を生成するときに輝度を補正するモードがある。そのモードは、例えば、後述のLICである。

[0269] 図34は、予測画像の生成の他の例を示すフローチャートである。

[0270] インター予測部126は、カレントブロックの動きベクトルを導出する（ステップS_o__1）。次に、インター予測部126は、輝度補正処理を行うか否かを判定する（ステップS_o__2）。ここで、インター予測部126は、輝度補正処理を行うと判定すると（ステップS_o__2のYes）、輝度補正を行いながら予測画像を生成する（ステップS_o__3）。つまり、LICによって予測画像が生成される。一方、インター予測部126は、輝度補正処理を行わないと判定すると（ステップS_o__2のNo）、輝度補正を行うことなく通常の動き補償によって予測画像を生成する（ステップS_o__4）。

[0271] [動き補償 > OBMC]

動き探索により得られたカレントブロックの動き情報だけでなく、隣接ブロックの動き情報も用いて、インター予測信号が生成されてもよい。具体的には、（参照ピクチャ内の）動き探索により得られた動き情報に基づく予測信号と、（カレントピクチャ内の）隣接ブロックの動き情報に基づく予測信号と、を重み付け加算することにより、カレントブロック内のサブブロック単位でインター予測信号が生成されてもよい。このようなインター予測（動き補償）は、OBMC（overlapped block motion

compensation) と呼ばれることがある。

[0272] O B M Cモードでは、O B M Cのためのサブブロックのサイズを示す情報（例えばO B M Cブロックサイズと呼ばれる）は、シーケンスレベルで信号化されてもよい。さらに、O B M Cモードを適用するか否かを示す情報（例えばO B M Cフラグと呼ばれる）は、C Uレベルで信号化されてもよい。なお、これらの情報の信号化のレベルは、シーケンスレベル及びC Uレベルに限定される必要はなく、他のレベル（例えばピクチャレベル、スライスレベル、タイルレベル、C T Uレベル又はサブブロックレベル）であってもよい。

[0273] O B M Cモードの例について、より具体的に説明する。図35及び図36は、O B M C処理による予測画像補正処理の概要を説明するためのフローチャート及び概念図である。

[0274] まず、図36に示すように、処理対象（カレント）ブロックに割り当てられた動きベクトル（M V）を用いて通常の動き補償による予測画像（P r e d）を取得する。図36において、矢印“M V”は参照ピクチャを指し、予測画像を得るためにカレントピクチャのカレントブロックが何を参照しているかを示している。

[0275] 次に、符号化済みの左隣接ブロックに対して既に導出された動きベクトル（M V__L）を符号化対象ブロックに適用（再利用）して予測画像（P r e d__L）を取得する。動きベクトル（M V__L）は、カレントブロックから参照ピクチャを指す矢印“M V__L”によって示される。そして、2つの予測画像P r e dとP r e d__Lとを重ね合わせることで予測画像の1回目の補正を行う。これは、隣接ブロック間の境界を混ぜ合わせる効果を有する。

[0276] 同様に、符号化済みの上隣接ブロックに対して既に導出された動きベクトル（M V__U）を符号化対象ブロックに適用（再利用）して予測画像（P r e d__U）を取得する。動きベクトル（M V__U）は、カレントブロックから参照ピクチャを指す矢印“M V__U”によって示される。そして、予測画像P r e d__Uを1回目の補正を行った予測画像（例えば、P r e dとP r

e d__L) に重ね合わせることで予測画像の2回目の補正を行う。これは、隣接ブロック間の境界を混ぜ合わせる効果を有する。2回目の補正によって得られた予測画像は、隣接ブロックとの境界が混ぜ合わされた（スムージングされた）、カレントブロックの最終的な予測画像である。

[0277] なお、上述の例は、左隣接および上隣接のブロックを用いた2パスの補正方法であるが、その補正方法は、右隣接および／または下隣接のブロックも用いた3パスまたはそれ以上のパスの補正方法であってもよい。

[0278] なお、重ね合わせを行う領域はブロック全体の画素領域ではなく、ブロック境界近傍の一部の領域のみであってもよい。

[0279] なお、ここでは1枚の参照ピクチャから、追加的な予測画像P r e d__L およびP r e d__Uを重ね合わせることで1枚の予測画像P r e dを得るためのOBMCの予測画像補正処理について説明した。しかし、複数の参照画像に基づいて予測画像が補正される場合には、同様の処理が複数の参照ピクチャのそれぞれに適用されてもよい。このような場合、複数の参照ピクチャに基づくOBMCの画像補正を行うことによって、各々の参照ピクチャから、補正された予測画像を取得した後に、その取得された複数の補正予測画像をさらに重ね合わせることで最終的な予測画像を取得する。

[0280] なお、OBMCでは、対象ブロックの単位は、予測ブロック単位であっても、予測ブロックをさらに分割したサブブロック単位であってもよい。

[0281] OBMC処理を適用するかどうかの判定の方法として、例えば、OBMC処理を適用するかどうかを示す信号であるo b m c__f l a gを用いる方法がある。具体的な一例としては、符号化装置は、対象ブロックが動きの複雑な領域に属しているかどうかを判定してもよい。符号化装置は、動きの複雑な領域に属している場合は、o b m c__f l a gとして値1を設定してOBMC処理を適用して符号化を行い、動きの複雑な領域に属していない場合は、o b m c__f l a gとして値0を設定してOBMC処理を適用せずにブロックの符号化を行う。一方、復号化装置では、ストリーム（例えば圧縮シーケンス）に記述されたo b m c__f l a gを復号することで、その値に応じ

てOBMC処理を適用するかどうかを切替えて復号を行う。

[0282] インター予測部126は、上述の例では、矩形のカレントブロックに対して1つの矩形の予測画像を生成する。しかし、インター予測部126は、その矩形のカレントブロックに対して矩形と異なる形状の複数の予測画像を生成し、それらの複数の予測画像を結合することによって、最終的な矩形の予測画像を生成してもよい。矩形と異なる形状は、例えば三角形であってもよい。

[0283] 図37は、2つの三角形の予測画像の生成を説明するための概念図である。

[0284] インター予測部126は、カレントブロック内の三角形の第1パーティションに対して、その第1パーティションの第1MVを用いて動き補償を行うことによって、三角形の予測画像を生成する。同様に、インター予測部126は、カレントブロック内の三角形の第2パーティションに対して、その第2パーティションの第2MVを用いて動き補償を行うことによって、三角形の予測画像を生成する。そして、インター予測部126は、これらの予測画像を結合することによって、カレントブロックと同じ矩形の予測画像を生成する。

[0285] なお、図37に示す例では、第1パーティションおよび第2パーティションはそれぞれ三角形であるが、台形であってもよく、それぞれ互いに異なる形状であってもよい。さらに、図37に示す例では、カレントブロックが2つのパーティションから構成されているが、3つ以上のパーティションから構成されていてもよい。

[0286] また、第1パーティションおよび第2パーティションは重複していてもよい。すなわち、第1パーティションおよび第2パーティションは同じ画素領域を含んでいてもよい。この場合、第1パーティションにおける予測画像と第2パーティションにおける予測画像とを用いてカレントブロックの予測画像を生成してもよい。

[0287] また、この例では2つのパーティションともにインター予測で予測画像が

生成される例を示したが、少なくとも1つのパーティションについてイントラ予測によって予測画像を生成してもよい。

[0288] [動き補償 > B I O]

次に、動きベクトルを導出する方法について説明する。まず、等速直線運動を仮定したモデルに基づいて動きベクトルを導出するモードについて説明する。このモードは、B I O (b i - d i r e c t i o n a l o p t i c a l f l o w) モードと呼ばれることがある。

[0289] 図38は、等速直線運動を仮定したモデルを説明するための概念図である。図38において、 (v_x, v_y) は、速度ベクトルを示し、 τ_0 、 τ_1 は、それぞれ、カレントピクチャ (C u r P i c) と2つの参照ピクチャ (R e f 0, R e f 1) との間の時間的な距離を示す。 $(MV_x 0, MV_y 0)$ は、参照ピクチャ R e f 0 に対応する動きベクトルを示し、 $(MV_x 1, MV_y 1)$ は、参照ピクチャ R e f 1 に対応する動きベクトルを示す。

[0290] このとき速度ベクトル (v_x, v_y) の等速直線運動の仮定の下では、 $(MV_x 0, MV_y 0)$ 及び $(MV_x 1, MV_y 1)$ は、それぞれ、 $(v_x \tau_0, v_y \tau_0)$ 及び $(-v_x \tau_1, -v_y \tau_1)$ と表され、以下のオプティカルフロー等式 (2) が採用されてもよい。

[0291] [数3]

$$\partial I^{(k)} / \partial t + v_x \partial I^{(k)} / \partial x + v_y \partial I^{(k)} / \partial y = 0. \quad (2)$$

[0292] ここで、 $I(k)$ は、動き補償後の参照画像 k ($k = 0, 1$) の輝度値を示す。このオプティカルフロー等式は、 (i) 輝度値の時間微分と、 $(i i)$ 水平方向の速度及び参照画像の空間勾配の水平成分の積と、 $(i i i)$ 垂直方向の速度及び参照画像の空間勾配の垂直成分の積と、の和が、ゼロと等しいことを示す。このオプティカルフロー等式とエルミート補間 (H e r m i t e i n t e r p o l a t i o n) との組み合わせに基づいて、マージリスト等から得られるブロック単位の動きベクトルが画素単位で補正されてもよい。

[0293] なお、等速直線運動を仮定したモデルに基づく動きベクトルの導出とは異

なる方法で、復号装置側で動きベクトルが導出されてもよい。例えば、複数の隣接ブロックの動きベクトルに基づいてサブブロック単位で動きベクトルが導出されてもよい。

[0294] [動き補償 > L I C]

次に、L I C (l o c a l i l l u m i n a t i o n c o m p e n s a t i o n) 処理を用いて予測画像（予測）を生成するモードの一例について説明する。

[0295] 図39は、L I C 処理による輝度補正処理を用いた予測画像生成方法の一例を説明するための概念図である。

[0296] まず、符号化済みの参照ピクチャからM Vを導出して、カレントブロックに対応する参照画像を取得する。

[0297] 次に、カレントブロックに対して、参照ピクチャとカレントピクチャとで輝度値がどのように変化したかを示す情報を抽出する。この抽出は、カレントピクチャにおける符号化済み左隣接参照領域（周辺参照領域）および符号化済み上隣参照領域（周辺参照領域）の輝度画素値と、導出されたM Vで指定された参照ピクチャ内の同等位置における輝度画素値とに基づいて行われる。そして、輝度値がどのように変化したかを示す情報を用いて、輝度補正パラメータを算出する。

[0298] M Vで指定された参照ピクチャ内の参照画像に対して前記輝度補正パラメータを適用する輝度補正処理を行うことで、カレントブロックに対する予測画像を生成する。

[0299] なお、図39における前記周辺参照領域の形状は一例であり、これ以外の形状を用いてもよい。

[0300] また、ここでは1枚の参照ピクチャから予測画像を生成する処理について説明したが、複数枚の参照ピクチャから予測画像を生成する場合も同様であり、各々の参照ピクチャから取得した参照画像に、上述と同様の方法で輝度補正処理を行ってから予測画像を生成してもよい。

[0301] L I C 処理を適用するかどうかの判定の方法として、例えば、L I C 処理

を適用するかどうかを示す信号である `l i c _ f l a g` を用いる方法がある。具体的な一例としては、符号化装置において、カレントブロックが、輝度変化が発生している領域に属しているかどうかを判定し、輝度変化が発生している領域に属している場合は `l i c _ f l a g` として値 1 を設定して L I C 処理を適用して符号化を行い、輝度変化が発生している領域に属していない場合は `l i c _ f l a g` として値 0 を設定して L I C 処理を適用せずに符号化を行う。一方、復号化装置では、ストリームに記述された `l i c _ f l a g` を復号化することで、その値に応じて L I C 処理を適用するかどうかを切替えて復号を行ってもよい。

[0302] L I C 処理を適用するかどうかの判定の別の方法として、例えば、周辺ブロックで L I C 処理を適用したかどうかに従って判定する方法もある。具体的な一例としては、カレントブロックがマージモードであった場合、マージモード処理における M V の導出の際に選択した周辺の符号化済みブロックが L I C 処理を適用して符号化したかどうかを判定する。その結果に応じて L I C 処理を適用するかどうかを切替えて符号化を行う。なお、この例の場合でも、同じ処理が復号装置側の処理に適用される。

[0303] L I C 処理（輝度補正処理）の態様について図 3 9 を用いて説明したが、以下、その詳細を説明する。

[0304] まず、インター予測部 1 2 6 は、符号化済みピクチャである参照ピクチャから符号化対象ブロックに対応する参照画像を取得するための動きベクトルを導出する。

[0305] 次に、インター予測部 1 2 6 は、符号化対象ブロックに対して、左隣接および上隣接の符号化済み周辺参照領域の輝度画素値と、動きベクトルで指定された参照ピクチャ内の同等位置における輝度画素値とを用いて、参照ピクチャと符号化対象ピクチャとで輝度値がどのように変化したかを示す情報を抽出して輝度補正パラメータを算出する。例えば、符号化対象ピクチャ内の周辺参照領域内のある画素の輝度画素値を p_0 とし、当該画素と同等位置の、参照ピクチャ内の周辺参照領域内の画素の輝度画素値を p_1 とする。イン

ター予測部 126 は、周辺参照領域内の複数の画素に対して、 $A \times p_1 + B = p_0$ を最適化する係数 A 及び B を輝度補正パラメータとして算出する。

[0306] 次に、インター予測部 126 は、動きベクトルで指定された参照ピクチャ内の参照画像に対して輝度補正パラメータを用いて輝度補正処理を行うことで、符号化対象ブロックに対する予測画像を生成する。例えば、参照画像内の輝度画素値を p_2 とし、輝度補正処理後の予測画像の輝度画素値を p_3 とする。インター予測部 126 は、参照画像内の各画素に対して、 $A \times p_2 + B = p_3$ を算出することで輝度補正処理後の予測画像を生成する。

[0307] なお、図 39 における周辺参照領域の形状は一例であり、これ以外の形状を用いてもよい。また、図 39 に示す周辺参照領域の一部が用いられてもよい。例えば、上隣接画素および左隣接画素のそれぞれから間引いた所定数の画素を含む領域を周辺参照領域として用いてもよい。また、周辺参照領域は、符号化対象ブロックに隣接する領域に限らず、符号化対象ブロックに隣接しない領域であってもよい。画素に関する所定数は、予め定められていてもよい。

[0308] また、図 39 に示す例では、参照ピクチャ内の周辺参照領域は、符号化対象ピクチャ内の周辺参照領域から、符号化対象ピクチャの動きベクトルで指定される領域であるが、他の動きベクトルで指定される領域であってもよい。例えば、当該他の動きベクトルは、符号化対象ピクチャ内の周辺参照領域の動きベクトルであってもよい。

[0309] なお、ここでは、符号化装置 100 における動作を説明したが、復号装置 200 における動作も典型的には同様である。

[0310] なお、LIC 処理は輝度のみではなく、色差に適用してもよい。このとき、Y、Cb、および Cr のそれぞれに対して個別に補正パラメータを導出してもよいし、いずれかに対して共通の補正パラメータを用いてもよい。

[0311] また、LIC 処理はサブブロック単位で適用してもよい。例えば、カレントサブブロックの周辺参照領域と、カレントサブブロックの MV で指定された参照ピクチャ内の参照サブブロックの周辺参照領域を用いて補正パラメー

タを導出してもよい。

[0312] 〔予測制御部〕

予測制御部 128 は、イントラ予測信号（イントラ予測部 124 から出力される信号）及びインター予測信号（インター予測部 126 から出力される信号）のいずれかを選択し、選択した信号を予測信号として減算部 104 及び加算部 116 に出力する。

[0313] 図 1 に示すように、種々の符号化装置例では、予測制御部 128 は、エントロピー符号化部 110 に入力される予測パラメータを出力してもよい。エントロピー符号化部 110 は、予測制御部 128 から入力されるその予測パラメータ、量子化部 108 から入力される量子化係数に基づいて、符号化ビットストリーム（またはシーケンス）を生成してもよい。予測パラメータは復号装置に使用されてもよい。復号装置は、符号化ビットストリームを受信して復号し、イントラ予測部 124、インター予測部 126 および予測制御部 128 において行われる予測処理と同じ処理を行ってもよい。予測パラメータは、選択予測信号（例えば、動きベクトル、予測タイプ、または、イントラ予測部 124 またはインター予測部 126 で用いられた予測モード）、または、イントラ予測部 124、インター予測部 126 および予測制御部 128 において行われる予測処理に基づく、あるいはその予測処理を示す、任意のインデックス、フラグ、もしくは値を含んでもよい。

[0314] 〔符号化装置の実装例〕

図 40 は、符号化装置 100 の実装例を示すブロック図である。符号化装置 100 は、プロセッサ a1 及びメモリ a2 を備える。例えば、図 1 に示された符号化装置 100 の複数の構成要素は、図 40 に示されたプロセッサ a1 及びメモリ a2 によって実装される。

[0315] プロセッサ a1 は、情報処理を行う回路であり、メモリ a2 にアクセス可能な回路である。例えば、プロセッサ a1 は、動画像を符号化する専用又は汎用の電子回路である。プロセッサ a1 は、CPU のようなプロセッサであってもよい。また、プロセッサ a1 は、複数の電子回路の集合体であっても

よい。また、例えば、プロセッサ a 1 は、図 1 等 に示された符号化装置 1 0 0 の複数の構成要素のうち、複数の構成要素の役割を果たしてもよい。

[0316] メモリ a 2 は、プロセッサ a 1 が動画像を符号化するための情報が記憶される専用又は汎用のメモリである。メモリ a 2 は、電子回路であってもよく、プロセッサ a 1 に接続されていてもよい。また、メモリ a 2 は、プロセッサ a 1 に含まれていてもよい。また、メモリ a 2 は、複数の電子回路の集合体であってもよい。また、メモリ a 2 は、磁気ディスク又は光ディスク等であってもよいし、ストレージ又は記録媒体等と表現されてもよい。また、メモリ a 2 は、不揮発性メモリでもよいし、揮発性メモリでもよい。

[0317] 例えば、メモリ a 2 には、符号化される動画像が記憶されてもよいし、符号化された動画像に対応するビット列が記憶されてもよい。また、メモリ a 2 には、プロセッサ a 1 が動画像を符号化するためのプログラムが記憶されていてもよい。

[0318] また、例えば、メモリ a 2 は、図 1 等 に示された符号化装置 1 0 0 の複数の構成要素のうち、情報を記憶するための構成要素の役割を果たしてもよい。例えば、メモリ a 2 は、図 1 に示されたブロックメモリ 1 1 8 及びフレームメモリ 1 2 2 の役割を果たしてもよい。より具体的には、メモリ a 2 には、再構成済みブロック及び再構成済みピクチャ等が記憶されてもよい。

[0319] なお、符号化装置 1 0 0 において、図 1 等 に示された複数の構成要素の全てが実装されなくてもよいし、上述された複数の処理の全てが行われなくてもよい。図 1 等 に示された複数の構成要素の一部は、他の装置に含まれていてもよいし、上述された複数の処理の一部は、他の装置によって実行されてもよい。

[0320] [復号装置]

次に、例えば上記の符号化装置 1 0 0 から出力された符号化信号（符号化ビットストリーム）を復号可能な復号装置について説明する。図 4 1 は、実施の形態に係る復号装置 2 0 0 の機能構成を示すブロック図である。復号装置 2 0 0 は、動画像をブロック単位で復号する動画像復号装置である。

[0321] 図41に示すように、復号装置200は、エントロピー復号部202と、逆量子化部204と、逆変換部206と、加算部208と、ブロックメモリ210と、ループフィルタ部212と、フレームメモリ214と、イントラ予測部216と、インター予測部218と、予測制御部220と、を備える。

[0322] 復号装置200は、例えば、汎用プロセッサ及びメモリにより実現される。この場合、メモリに格納されたソフトウェアプログラムがプロセッサにより実行されたときに、プロセッサは、エントロピー復号部202、逆量子化部204、逆変換部206、加算部208、ループフィルタ部212、イントラ予測部216、インター予測部218及び予測制御部220として機能する。また、復号装置200は、エントロピー復号部202、逆量子化部204、逆変換部206、加算部208、ループフィルタ部212、イントラ予測部216、インター予測部218及び予測制御部220に対応する専用の1以上の電子回路として実現されてもよい。

[0323] 以下に、復号装置200の全体的な処理の流れを説明した後に、復号装置200に含まれる各構成要素について説明する。

[0324] [復号処理の全体フロー]

図42は、復号装置200による全体的な復号処理の一例を示すフローチャートである。

[0325] まず、復号装置200のエントロピー復号部202は、固定サイズのブロック（例えば、 128×128 画素）の分割パターンを特定する（ステップSp__1）。この分割パターンは、符号化装置100によって選択された分割パターンである。そして、復号装置200は、その分割パターンを構成する複数のブロックのそれぞれに対してステップSp__2～Sp__6の処理を行う。

[0326] つまり、エントロピー復号部202は、復号対象ブロック（カレントブロックともいう）の符号化された量子化係数および予測パラメータを復号（具体的にはエントロピー復号）する（ステップSp__2）。

- [0327] 次に、逆量子化部204および逆変換部206は、複数の量子化係数に対して逆量子化および逆変換を行うことによって、複数の予測残差（すなわち差分ブロック）を復元する（ステップS p__3）。
- [0328] 次に、イントラ予測部216、インター予測部218および予測制御部220の全てまたは一部からなる予測処理部は、カレントブロックの予測信号（予測ブロックともいう）を生成する（ステップS p__4）。
- [0329] 次に、加算部208は、差分ブロックに予測ブロックを加算することによってカレントブロックを再構成画像（復号画像ブロックともいう）に再構成する（ステップS p__5）。
- [0330] そして、この再構成画像が生成されると、ループフィルタ部212は、その再構成画像に対してフィルタリングを行う（ステップS p__6）。
- [0331] そして、復号装置200は、ピクチャ全体の復号が完了したか否かを判定し（ステップS p__7）、完了していないと判定する場合（ステップS p__7のNo）、ステップS p__1からの処理を繰り返し実行する。
- [0332] 図示されたように、ステップS p__1～S p__7の処理は、復号装置200によってシーケンシャルに行われる。あるいは、それらの処理のうちの一部の複数の処理が並列に行われてもよく、順番の入れ替え等が行われてもよい。
- [0333] [エントロピー復号部]
- エントロピー復号部202は、符号化ビットストリームをエントロピー復号する。具体的には、エントロピー復号部202は、例えば、符号化ビットストリームから二値信号に算術復号する。そして、エントロピー復号部202は、二値信号を多値化（*debinarize*）する。エントロピー復号部202は、ブロック単位で量子化係数を逆量子化部204に出力する。エントロピー復号部202は、実施の形態におけるイントラ予測部216、インター予測部218および予測制御部220に、符号化ビットストリーム（図1参照）に含まれている予測パラメータを出力してもよい。イントラ予測部216、インター予測部218および予測制御部220は、符号化装置側

におけるイントラ予測部 124、インター予測部 126 および予測制御部 128 で行われる処理と同じ予測処理を実行することができる。

[0334] [逆量子化部]

逆量子化部 204 は、エントロピー復号部 202 からの入力である復号対象ブロック（以下、カレントブロックという）の量子化係数を逆量子化する。具体的には、逆量子化部 204 は、カレントブロックの量子化係数の各々について、当該量子化係数に対応する量子化パラメータに基づいて当該量子化係数を逆量子化する。そして、逆量子化部 204 は、カレントブロックの逆量子化された量子化係数（つまり変換係数）を逆変換部 206 に出力する。

[0335] [逆変換部]

逆変換部 206 は、逆量子化部 204 からの入力である変換係数を逆変換することにより予測誤差を復元する。

[0336] 例えば符号化ビットストリームから読み解かれた情報が EMT 又は AMT を適用することを示す場合（例えば AMT フラグが真）、逆変換部 206 は、読み解かれた変換タイプを示す情報に基づいてカレントブロックの変換係数を逆変換する。

[0337] また例えば、符号化ビットストリームから読み解かれた情報が NSST を適用することを示す場合、逆変換部 206 は、変換係数に逆再変換を適用する。

[0338] [加算部]

加算部 208 は、逆変換部 206 からの入力である予測誤差と予測制御部 220 からの入力である予測サンプルとを加算することによりカレントブロックを再構成する。そして、加算部 208 は、再構成されたブロックをブロックメモリ 210 及びループフィルタ部 212 に出力する。

[0339] [ブロックメモリ]

ブロックメモリ 210 は、イントラ予測で参照されるブロックであって復号対象ピクチャ（以下、カレントピクチャという）内のブロックを格納する

ための記憶部である。具体的には、ブロックメモリ 210 は、加算部 208 から出力された再構成ブロックを格納する。

[0340] [ループフィルタ部]

ループフィルタ部 212 は、加算部 208 によって再構成されたブロックにループフィルタを施し、フィルタされた再構成ブロックをフレームメモリ 214 及び表示装置等に出力する。

[0341] 符号化ビットストリームから読み解かれた ALF のオン／オフを示す情報が ALF のオンを示す場合、局所的な勾配の方向及び活性度に基づいて複数のフィルタの中から 1 つのフィルタが選択され、選択されたフィルタが再構成ブロックに適用される。

[0342] [フレームメモリ]

フレームメモリ 214 は、インター予測に用いられる参照ピクチャを格納するための記憶部であり、フレームバッファと呼ばれることもある。具体的には、フレームメモリ 214 は、ループフィルタ部 212 によってフィルタされた再構成ブロックを格納する。

[0343] [予測処理部（イントラ予測部・インター予測部・予測制御部）]

図 43 は、復号装置 200 の予測処理部で行われる処理の一例を示すフローチャートである。なお、予測処理部は、イントラ予測部 216、インター予測部 218、および予測制御部 220 の全てまたは一部の構成要素からなる。

[0344] 予測処理部は、カレントブロックの予測画像を生成する（ステップ S q__1）。この予測画像は、予測信号または予測ブロックともいう。なお、予測信号には、例えばイントラ予測信号またはインター予測信号がある。具体的には、予測処理部は、予測ブロックの生成、差分ブロックの生成、係数ブロックの生成、差分ブロックの復元、および復号画像ブロックの生成が行われることによって既に得られている再構成画像を用いて、カレントブロックの予測画像を生成する。

[0345] 再構成画像は、例えば、参照ピクチャの画像であってもよいし、カレント

ブロックを含むピクチャであるカレントピクチャ内の復号済みのブロックの画像であってもよい。カレントピクチャ内の復号済みのブロックは、例えばカレントブロックの隣接ブロックである。

[0346] 図44は、復号装置200の予測処理部で行われる処理の他の例を示すフローチャートである。

[0347] 予測処理部は、予測画像を生成するための方式またはモードを判定する（ステップS_r__1）。例えば、この方式またはモードは、例えば予測パラメータなどに基づいて判定されてもよい。

[0348] 予測処理部は、予測画像を生成するためのモードとして第1の方式を判定した場合には、その第1の方式にしたがって予測画像を生成する（ステップS_r__2a）。また、予測処理部は、予測画像を生成するためのモードとして第2の方式を判定した場合には、その第2の方式にしたがって予測画像を生成する（ステップS_r__2b）。また、予測処理部は、予測画像を生成するためのモードとして第3の方式を判定した場合には、その第3の方式にしたがって予測画像を生成する（ステップS_r__2c）。

[0349] 第1の方式、第2の方式、および第3の方式は、予測画像を生成するための互いに異なる方式であって、それぞれ例えば、インター予測方式、イントラ予測方式、および、それら以外の予測方式であってもよい。これらの予測方式では、上述の再構成画像を用いてもよい。

[0350] [イントラ予測部]

イントラ予測部216は、符号化ビットストリームから読み解かれたイントラ予測モードに基づいて、ブロックメモリ210に格納されたカレントピクチャ内のブロックを参照してイントラ予測を行うことで、予測信号（イントラ予測信号）を生成する。具体的には、イントラ予測部216は、カレントブロックに隣接するブロックのサンプル（例えば輝度値、色差値）を参照してイントラ予測を行うことでイントラ予測信号を生成し、イントラ予測信号を予測制御部220に出力する。

[0351] なお、色差ブロックのイントラ予測において輝度ブロックを参照するイン

トラ予測モードが選択されている場合は、イントラ予測部216は、カレントブロックの輝度成分に基づいて、カレントブロックの色差成分を予測してもよい。

[0352] また、符号化ビットストリームから読み解かれた情報がP D P Cの適用を示す場合、イントラ予測部216は、水平／垂直方向の参照画素の勾配に基づいてイントラ予測後の画素値を補正する。

[0353] [インター予測部]

インター予測部218は、フレームメモリ214に格納された参照ピクチャを参照して、カレントブロックを予測する。予測は、カレントブロック又はカレントブロック内のサブブロック（例えば4×4ブロック）の単位で行われる。例えば、インター予測部218は、符号化ビットストリーム（例えば、エントロピー復号部202から出力される予測パラメータ）から読み解かれた動き情報（例えば動きベクトル）を用いて動き補償を行うことでカレントブロック又はサブブロックのインター予測信号を生成し、インター予測信号を予測制御部220に出力する。

[0354] 符号化ビットストリームから読み解かれた情報がO B M Cモードを適用することを示す場合、インター予測部218は、動き探索により得られたカレントブロックの動き情報だけでなく、隣接ブロックの動き情報も用いて、インター予測信号を生成する。

[0355] また、符号化ビットストリームから読み解かれた情報がF R U Cモードを適用することを示す場合、インター予測部218は、符号化ストリームから読み解かれたパターンマッチングの方法（バイラテラルマッチング又はテンプレートマッチング）に従って動き探索を行うことにより動き情報を導出する。そして、インター予測部218は、導出された動き情報を用いて動き補償（予測）を行う。

[0356] また、インター予測部218は、B I Oモードが適用される場合に、等速直線運動を仮定したモデルに基づいて動きベクトルを導出する。また、符号化ビットストリームから読み解かれた情報がアフィン動き補償予測モードを

適用することを示す場合には、インター予測部218は、複数の隣接ブロックの動きベクトルに基づいてサブブロック単位で動きベクトルを導出する。

[0357] [MV導出 > ノーマルインターモード]

符号化ビットストリームから読み解かれた情報がノーマルインターモードを適用することを示す場合、インター予測部218は、符号化ストリームから読み解かれた情報に基づいて、MVを導出し、そのMVを用いて動き補償（予測）を行う。

[0358] 図45は、復号装置200におけるノーマルインターモードによるインター予測の例を示すフローチャートである。

[0359] 復号装置200のインター予測部218は、ブロックごとに、そのブロックに対して動き補償を行う。インター予測部218は、時間的または空間的にカレントブロックの周囲にある複数の復号済みブロックのMVなどの情報に基づいて、そのカレントブロックに対して複数の候補MVを取得する（ステップS s__1）。つまり、インター予測部218は、候補MVリストを作成する。

[0360] 次に、インター予測部218は、ステップS s__1で取得された複数の候補MVの中から、N個（Nは2以上の整数）の候補MVのそれぞれを予測動きベクトル候補（予測MV候補ともいう）として、所定の優先順位に従って抽出する（ステップS s__2）。なお、その優先順位は、N個の予測MV候補のそれぞれに対して予め定められていてもよい。

[0361] 次に、インター予測部218は、入力されたストリーム（すなわち符号化ビットストリーム）から予測動きベクトル選択情報を復号し、その復号された予測動きベクトル選択情報を用いて、そのN個の予測MV候補の中から1つの予測MV候補を、カレントブロックの予測動きベクトル（予測MVともいう）として選択する（ステップS s__3）。

[0362] 次に、インター予測部218は、入力されたストリームから差分MVを復号し、その復号された差分MVである差分値と、選択された予測動きベクトルとを加算することによって、カレントブロックのMVを導出する（ステッ

プ S s __ 4) 。

- [0363] 最後に、インター予測部 2 1 8 は、その導出された M V と復号済み参照ピクチャとを用いてカレントブロックに対して動き補償を行ことにより、そのカレントブロックの予測画像を生成する（ステップ S s __ 5）。

- [0364] [予測制御部]

予測制御部 2 2 0 は、イントラ予測信号及びインター予測信号のいずれかを選択し、選択した信号を予測信号として加算部 2 0 8 に出力する。全体的に、復号装置側の予測制御部 2 2 0、イントラ予測部 2 1 6 およびインター予測部 2 1 8 の構成、機能、および処理は、符号化装置側の予測制御部 1 2 8、イントラ予測部 1 2 4 およびインター予測部 1 2 6 の構成、機能、および処理と対応していてもよい。

- [0365] [復号装置の実装例]

図 4 6 は、復号装置 2 0 0 の実装例を示すブロック図である。復号装置 2 0 0 は、プロセッサ b 1 及びメモリ b 2 を備える。例えば、図 4 1 に示された復号装置 2 0 0 の複数の構成要素は、図 4 6 に示されたプロセッサ b 1 及びメモリ b 2 によって実装される。

- [0366] プロセッサ b 1 は、情報処理を行う回路であり、メモリ b 2 にアクセス可能な回路である。例えば、プロセッサ b 1 は、符号化された動画像（すなわち符号化ビットストリーム）を復号する専用又は汎用の電子回路である。プロセッサ b 1 は、CPU のようなプロセッサであってもよい。また、プロセッサ b 1 は、複数の電子回路の集合体であってもよい。また、例えば、プロセッサ b 1 は、図 4 1 等 に示された復号装置 2 0 0 の複数の構成要素のうち、複数の構成要素の役割を果たしてもよい。

- [0367] メモリ b 2 は、プロセッサ b 1 が符号化ビットストリームを復号するための情報が記憶される専用又は汎用のメモリである。メモリ b 2 は、電子回路であってもよく、プロセッサ b 1 に接続されていてもよい。また、メモリ b 2 は、プロセッサ b 1 に含まれていてもよい。また、メモリ b 2 は、複数の電子回路の集合体であってもよい。また、メモリ b 2 は、磁気ディスク又は

光ディスク等であってもよいし、ストレージ又は記録媒体等と表現されてもよい。また、メモリ b 2 は、不揮発性メモリでもよいし、揮発性メモリでもよい。

[0368] 例えば、メモリ b 2 には、動画像が記憶されてもよいし、符号化ビットストリームが記憶されてもよい。また、メモリ b 2 には、プロセッサ b 1 が符号化ビットストリームを復号するためのプログラムが記憶されていてもよい。

[0369] また、例えば、メモリ b 2 は、図 4 1 等に応示された復号装置 2 0 0 の複数の構成要素のうち、情報を記憶するための構成要素の役割を果たしてもよい。具体的には、メモリ b 2 は、図 4 1 に応示されたブロックメモリ 2 1 0 及びフレームメモリ 2 1 4 の役割を果たしてもよい。より具体的には、メモリ b 2 には、再構成済みブロック及び再構成済みピクチャ等が記憶されてもよい。

[0370] なお、復号装置 2 0 0 において、図 4 1 等に応示された複数の構成要素の全てが実装されなくてもよいし、上述された複数の処理の全てが行われなくてもよい。図 4 1 等に応示された複数の構成要素の一部は、他の装置に含まれていてもよいし、上述された複数の処理の一部は、他の装置によって実行されてもよい。

[0371] [各用語の定義]

各用語は一例として、以下のような定義であってもよい。

[0372] ピクチャは、モノクロフォーマットにおける複数の輝度サンプルの配列、又は、4 : 2 : 0、4 : 2 : 2 及び 4 : 4 : 4 のカラーフォーマットにおける複数の輝度サンプルの配列及び複数の色差サンプルの 2 つの対応配列である。ピクチャは、フレーム又はフィールドであってもよい。

[0373] フレームは、複数のサンプル行 0、2、4、・・・が生じるトップフィールド、及び、複数のサンプル行 1、3、5、・・・が生じるボトムフィールドの組成物である。

[0374] スライスは、1 つの独立スライスセグメント、及び、（もしあれば）同じ

アクセスユニット内の（もしあれば）次の独立スライスセグメントに先行する全ての後続の従属スライスセグメントに含まれる整数個の符号化ツリーユニットである。

[0375] タイルは、ピクチャにおける特定のタイル列及び特定のタイル行内の複数の符号化ツリーブロックの矩形領域である。タイルは、タイルのエッジを跨ぐループフィルタが依然として適用されてもよいが、独立して復号及び符号化され得ることが意図された、フレームの矩形領域であってもよい。

[0376] ブロックは、複数のサンプルの $M \times N$ （ N 行 M 列）配列、又は、複数の変換係数の $M \times N$ 配列である。ブロックは、1つの輝度及び2つの色差の複数の行列からなる複数の画素の正方形又は矩形の領域であってもよい。

[0377] C T U（符号化ツリーユニット）は、3つのサンプル配列を有するピクチャの複数の輝度サンプルの符号化ツリーブロックであってもよいし、複数の色差サンプルの2つの対応符号化ツリーブロックであってもよい。あるいは、C T Uは、モノクロピクチャと、3つの分離されたカラー平面及び複数のサンプルの符号化に用いられるシンタックス構造を用いて符号化されるピクチャとのいずれかの複数のサンプルの符号化ツリーブロックであってもよい。

[0378] スーパーブロックは、1つ又は2つのモード情報ブロックを構成し、又は、再帰的に4つの 32×32 ブロックに分割され、さらに分割され得る 64×64 画素の正方形ブロックであってもよい。

[0379] [B D O F（B I O）処理の概要の説明]

B D O F（B I O）処理の概要について、図38、図47及び図48を用いて再度説明する。

[0380] 図47は、B I Oにしたがったインター予測の一例を示すフローチャートである。また、図48は、そのB I Oにしたがったインター予測を行うインター予測部126の機能構成の一例を示す図である。

[0381] 図48に示すように、インター予測部126は、例えば、メモリ126aと、補間画像導出部126bと、勾配画像導出部126cと、オプティカル

フロー導出部126dと、補正值導出部126eと、予測画像補正部126fとを備える。なお、メモリ126aは、フレームメモリ122であってもよい。

- [0382] インター予測部126は、カレントブロックを含むピクチャ(Cur Pic)と異なる2枚の参照ピクチャ(Ref0, Ref1)を用いて、2つの動きベクトル(M0, M1)を導出する。そして、インター予測部126は、その2つの動きベクトル(M0, M1)を用いてカレントブロックの予測画像を導出する(ステップSy__1)。なお、動きベクトルM0は、参照ピクチャRef0に対応する動きベクトル(MVx0, MVy0)であり、動きベクトルM1は、参照ピクチャRef1に対応する動きベクトル(MVx1, MVy1)である。
- [0383] 次に、補間画像導出部126bは、メモリ126aを参照し、動きベクトルM0および参照ピクチャL0を用いてカレントブロックの補間画像I⁰を導出する。また、補間画像導出部126bは、メモリ126aを参照し、動きベクトルM1および参照ピクチャL1を用いてカレントブロックの補間画像I¹を導出する(ステップSy__2)。ここで、補間画像I⁰は、カレントブロックに対して導出される、参照ピクチャRef0に含まれる画像であって、補間画像I¹は、カレントブロックに対して導出される、参照ピクチャRef1に含まれる画像である。補間画像I⁰および補間画像I¹はそれぞれ、カレントブロックと同じサイズであってもよい。または、補間画像I⁰および補間画像I¹はそれぞれ、後述の勾配画像を適切に導出するために、カレントブロックよりも大きな画像であってもよい。さらに、補間画像I⁰およびI¹は、動きベクトル(M0, M1)および参照ピクチャ(L0, L1)と、動き補償フィルタとを適用して導出された予測画像を含んでいてもよい。
- [0384] また、勾配画像導出部126cは、補間画像I⁰および補間画像I¹から、カレントブロックの勾配画像(Ix⁰, Ix¹, Iy⁰, Iy¹)を導出する(ステップSy__3)。なお、水平方向の勾配画像は、(Ix⁰, Ix¹)であり、垂直方向の勾配画像は、(Iy⁰, Iy¹)である。勾配画像導出部12

6 c は、例えば、補間画像に対して勾配フィルタを適用することによって、その勾配画像を導出してもよい。勾配画像は、水平方向または垂直方向に沿った画素値の空間的な変化量を示すものであればよい。

[0385] 次に、オプティカルフロー導出部 1 2 6 d は、カレントブロックを構成する複数のサブブロック単位で、補間画像 (I^0 , I^1) および勾配画像 (I_x^0 , I_x^1 , I_y^0 , I_y^1) を用いて上述の速度ベクトルであるオプティカルフロー (v_x , v_y) を導出する (ステップ S y__4)。オプティカルフローは、画素の空間的な移動量を補正する係数であり、局所動き推定値、補正動きベクトル、または補正重みベクトルと呼ばれてもよい。一例として、サブブロックは、 4×4 画素のサブCUであってもよい。なお、オプティカルフローの導出は、サブブロック単位でなく、画素単位などの他の単位で行われてもよい。

[0386] 次に、インター予測部 1 2 6 は、オプティカルフロー (v_x , v_y) を用いてカレントブロックの予測画像を補正する。例えば、補正值導出部 1 2 6 e は、オプティカルフロー (v_x , v_y) を用いてカレントブロックに含まれる画素の値の補正值を導出する (ステップ S y__5)。そして、予測画像補正部 1 2 6 f は、補正值を用いてカレントブロックの予測画像を補正してもよい (ステップ S y__6)。なお、補正值は各画素単位で導出されてもよいし、複数の画素単位またはサブブロック単位で導出されてもよい。

[0387] なお、BIOの処理フローは、図 4 7 に開示した処理に限定されない。図 4 7 に開示した処理の一部の処理のみを実施してもよいし、異なる処理を追加または置換してもよいし、異なる処理順で実行してもよい。

[0388] 例えば、BD OF (BIO) は、参照ブロックの勾配を用いて、補正された予測画像を生成する処理と定義されてもよい。あるいは、BD OF は、2 つの参照ブロックのそれぞれの勾配を用いて予測画像を生成する処理と定義されてもよい。あるいは、BD OF は、アフィンモードとは異なるモードにおいて勾配を用いて予測画像を生成する処理と定義されてもよい。あるいは、BD OF は、アフィンモードとは異なるモードにおけるオプティカルフロ

一処理と定義されてもよい。ここで、勾配は、画素値の空間的な勾配を意味する。

[0389] [B I Oの第1具体例]

次に、図49、図50及び図51を用いて、B I Oに基づく復号処理の第1具体例を説明する。例えば、復号装置200は、動き補償が行われた2つの参照ブロックからB I Oパラメータを算出し、算出されたB I Oパラメータを用いてカレントブロックを復号する。B I Oパラメータは、上述されたオプティカルフローに対応するパラメータであって、局所動き推定値、補正動きベクトル、補正MV値、補正重み動きベクトル、又は、B I O補正值とも呼ばれる。

[0390] 図49は、B I Oに基づく復号処理の第1具体例を示すフローチャートである。図50は、水平方向の勾配値である水平勾配値の算出例を示す概念図である。図51は、垂直方向の勾配値である垂直勾配値の算出例を示す概念図である。

[0391] まず、復号装置200は、カレントブロックに対し、第1参照ブロックの水平勾配値及び第2参照ブロックの水平勾配値を用いて第1和を算出する（S1001）。カレントブロックは、図50及び図51に示すようなカレント符号化ユニット（カレントCU）のサブブロックであってもよい。

[0392] 第1参照ブロックは、カレントブロックの復号において参照されるブロックであって、カレントブロック又はカレントCUの第1動きベクトルによって参照ピクチャL0において定められるブロックである。第2参照ブロックは、カレントブロックの復号において参照されるブロックであって、カレントブロック又はカレントCUの第2動きベクトルによって参照ピクチャL1において定められるブロックである。

[0393] 基本的に、参照ピクチャL0及び参照ピクチャL1は、互いに異なる2つの参照ピクチャであり、第1参照ブロック及び第2参照ブロックは、互いに異なる2つの参照ブロックである。また、ここでは、動き補償フィルタによって小数画素精度でそれぞれ調整された第1参照ブロック及び第2参照ブロ

ックが用いられており、これらはカレントブロックと同じサイズを有している。

[0394] カレントブロックが、カレント符号化ユニットのサブブロックである場合、第1参照ブロック及び第2参照ブロックのそれぞれは、カレント符号化ユニットの参照ブロックのサブブロックであってもよい。

[0395] すなわち、図50及び図51における参照ピクチャL0内の複数の画素値は、参照ピクチャL0に対してカレント符号化ユニットの参照ブロックとして定められるブロックの複数の画素値であってもよい。同様に、図50及び図51における参照ピクチャL1内の複数の画素値は、参照ピクチャL1に対してカレント符号化ユニットの参照ブロックとして定められるブロックの複数の画素値であってもよい。

[0396] 復号装置200は、上述された第1参照ブロックの水平勾配値、及び、上述された第2参照ブロックの水平勾配値を用いて第1和を算出する。復号装置200は、第1参照ブロックの水平勾配値、及び、第2参照ブロックの水平勾配値のみに限らず、第1参照ブロックの周辺の水平勾配値、及び、第2参照ブロックの周辺の水平勾配値を用いて、第1和を算出してもよい。次の式(3.1)及び(3.2)は、第1和の算出処理方法の例を示す。

[0397] [数4]

$$G_x = I_x^0 + I_x^1 \quad (3.1)$$

[0398] [数5]

$$sG_x = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_x[i,j]) \times G_x[i,j] \quad (3.2)$$

[0399] ここで、 $\times$ は、乗算を表し、 $+$ は、加算を表す。また、 sign は、正又は負の正負符号を表す。具体的には、 sign は、正を1で表し、負を-1で表す。より具体的には、 sign は、例えば、以下を表す。

[0400] [数6]

$$\text{sign}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \geq 0 \\ -1 & \text{if } x < 0 \end{cases} \quad (a)$$

[0401] その結果、 $\text{sign}(G_x[i,j]) \times G_x[i,j]$ は、 $G_x[i,j]$

が正の値の場合はそのまま $G_x[i, j]$ となり、 $G_x[i, j]$ が負の値の場合は $-G_x[i, j]$ となり、つまり、 $G_x[i, j]$ の絶対値 (abs) を導出することと等しくなる。

[0402] 式 (3. 1) において、 I_x^0 は、参照ピクチャ L 0 の第 1 参照ブロックにおける水平勾配値を表し、 I_x^1 は、参照ピクチャ L 1 の第 2 参照ブロックにおける水平勾配値を表す。

[0403] 水平勾配値を取得するための水平勾配フィルタの例は、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有する 3 タップフィルタである。第 1 参照ブロックにおける水平勾配値は、第 1 参照ブロックにおける複数の参照画素に水平勾配フィルタを適用することによって算出される。第 2 参照ブロックにおける水平勾配値は、第 2 参照ブロックにおける複数の参照画素に水平勾配フィルタを適用することによって算出される。

[0404] 図 5 0 に示す例では、第 1 参照ブロックの $[3, 2]$ に位置する画素の水平勾配値 I_x^0 は、行列積 $[-1, 0, 1]^T [2, 3, 5]$ として算出され、その値は 3 である。第 2 参照ブロックの $[3, 2]$ に位置する画素の水平勾配値 I_x^1 は、行列積 $[-1, 0, 1]^T [5, 3, 2]$ として算出され、その値は -3 である。なお、 $[a, b, c]$ は、3 行 1 列の行列を表す。

[0405] 式 (3. 2) において、 $s G_x$ は、第 1 和を表し、 Ω で表されるウィンドウにわたる G_x の絶対値和として算出される。 Ω のサイズは、カレントブロックと同じでもよい。また、 Ω のサイズは、カレントブロックのサイズより大きくてもよい。また、後者の場合、カレントブロックの隣接位置における G_x の値は、第 1 和の算出処理に含まれる。

[0406] また、復号装置 2 0 0 は、カレントブロックに対し、水平勾配値の和である第 1 和と同様に、第 1 参照ブロックの垂直勾配値及び第 2 参照ブロックの垂直勾配値を用いて第 2 和を算出する (S 1 0 0 2)。次の式 (3. 3) 及び (3. 4) は、第 2 和の算出処理方法の例を示す。

[0407] [数7]

$$G_y = I_y^0 + I_y^1 \quad (3.3)$$

[0408] [数8]

$$sG_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_y[i,j]) \times G_y[i,j] \quad (3.4)$$

[0409] 式(3.3)において、 l_y^0 は、参照ピクチャL0の第1参照ブロックにおける垂直勾配値を表し、 l_y^1 は、参照ピクチャL1の第2参照ブロックにおける垂直勾配値を表す。

[0410] 垂直勾配値を取得するための垂直勾配フィルタの例は、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有する3タップフィルタである。第1参照ブロックにおける垂直勾配値は、第1参照ブロックにおける複数の参照画素に垂直勾配フィルタを適用することによって算出される。第2参照ブロックにおける垂直勾配値は、第2参照ブロックにおける複数の参照画素に垂直勾配フィルタを適用することによって算出される。

[0411] 図51に示す例では、第1参照ブロックの $[3, 2]$ に位置する画素の垂直勾配値 l_y^0 は、行列積 $[-1, 0, 1]^T [2, 3, 5]$ として算出され、その値は3である。第2参照ブロックの $[3, 2]$ に位置する画素の垂直勾配値 l_y^1 は、行列積 $[-1, 0, 1]^T [5, 3, 2]$ として算出され、その値は-3である。

[0412] 式(3.4)において、 sG_y は、第2和を表し、 Ω で表されるウィンドウにわたる G_y の絶対値和として算出される。 Ω のサイズが、カレントブロックのサイズより大きい場合、カレントブロックの隣接位置における G_y の値は、第2和の算出処理に含まれる。

[0413] 次に、復号装置200は、第1和が第2和より大きいかな否か判定する(S1003)。第1和が第2和より大きいと判定された場合(S1003でYes)、復号装置200は、カレントブロックに対し、垂直勾配値を用いずにBIOパラメータを決定する(S1004)。式(3.5)～(3.9)は、この場合におけるBIOパラメータを決定するための演算処理の例を示す。これらの式では、 u で表されるBIOパラメータが、水平勾配値を用いて算出される。

[0414] [数9]

$$sG_xdl = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_x[i,j]) \times (I^0_{i,j} - I^1_{i,j}) \quad (3.5)$$

[0415] [数10]

$$\text{denominator} = sG_x \quad (3.6)$$

[0416] [数11]

$$\text{numerator} = sG_xdl \quad (3.7)$$

[0417] [数12]

$$\text{shift} = \text{Bits}(\text{denominator}) - 6 \quad (3.8)$$

[0418] [数13]

$$u = \text{Clip}(((\text{numerator} \gg (\text{shift} - 12)) \\ \times \text{BIOShift}[\text{denominator} \gg \text{shift}]) \gg 27) \quad (3.9)$$

[0419] ここで、 $-$ は、減算を表し、 $\gg$ は、シフト演算を表す。例えば、 $a \gg b$ は、 a に対して b ビット分の右シフトを行うことを意味する。また、 Bits 、 BIOShift 及び Clip は、それぞれ、以下を表す。なお、以下において、 ceil は、小数の切り上げ、 floor は、小数の切り捨てを示す。

[0420] [数14]

$$\begin{aligned} \text{Bits}(x) &= \lfloor \log_2 x \rfloor \\ \text{BIOShift}[i] &= \lfloor ((1 \ll 15) + |i| / 2) / i \rfloor; i \in [1, 63] \\ \text{Clip}(x) &= \begin{cases} 256 & \text{if } x > 256 \\ x & \text{if } -256 \leq x \leq 256 \\ -256 & \text{if } x < -256 \end{cases} \\ \lceil x \rceil &= \text{ceil}(x) \\ \lfloor x \rfloor &= \text{floor}(x) \end{aligned}$$

[0421] 式(3.5)では、 sG_xdl が、ウィンドウ Ω にわたる、 $I^0_{i,j}$ 及び $I^1_{i,j}$ の差分と $\text{sign}(G_x[i,j])$ との積和として算出される。ここで、 $I^0_{i,j}$ は、参照ピクチャL0の第1参照ブロック内の位置 $[i,j]$ における画素値を表し、 $I^1_{i,j}$ は、参照ピクチャL1の第2参照ブロック内の位置 $[i,j]$ における画素値を表す。 $I^0_{i,j}$ 及び $I^1_{i,j}$ は、単に I^0 及び I^1 と表現される場合がある。BIOパラメータ u は、式(3.6)～(3.9

)により、 $sG_x dI$ 及び sG_x を用いて算出される。

- [0422] 第1和が第2和より大きくないと判定された場合 (S1003でNo)、復号装置200は、カレントブロックに対し、水平勾配値を用いずにBIOパラメータ u を決定する (S1005)。式 (3.10) ~ (3.14) は、この場合におけるBIOパラメータ u を決定するための演算処理の例を示す。式 (3.10) ~ (3.14) は、基本的に、式 (3.5) ~ (3.9) と同じであるが、式 (3.10) ~ (3.14) では、BIOパラメータ u が、垂直勾配値を用いて算出される。

[0423] [数15]

$$sG_y dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_y[i,j]) \times (I^0_{i,j} - I^1_{i,j}) \quad (3.10)$$

[0424] [数16]

$$\text{denominator} = sG_y \quad (3.11)$$

[0425] [数17]

$$\text{numerator} = sG_y dI \quad (3.12)$$

[0426] [数18]

$$\text{shift} = \text{Bits}(\text{denominator}) - 6 \quad (3.13)$$

[0427] [数19]

$$u = \text{Clip}(((\text{numerator} \gg (\text{shift} - 12)) \times \text{BIOShift}[\text{denominator} \gg \text{shift}]) \gg 27) \quad (3.14)$$

- [0428] 式 (3.10) では、 $sG_y dI$ が、ウィンドウ Ω にわたる、 $I^0_{i,j}$ と $I^1_{i,j}$ の差分と $\text{sign}(G_y[i,j])$ との積和として算出される。BIOパラメータ u は、式 (3.11) ~ (3.14) により、 $sG_y dI$ 及び sG_y を用いて算出される。

- [0429] そして、復号装置200は、BIOパラメータ u を用いてカレントブロックを復号する (S1006)。具体的には、復号装置200は、BIOパラメータ u を用いて予測サンプルを生成し、予測サンプルを用いてカレントブロックを復号する。式 (3.15) 及び (3.16) は、予測サンプルを生

成するための演算処理の複数の例を示す。

[0430] [数20]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 + u \times (I_x^0 - I_x^1)) \gg 1 \quad (3.15)$$

[0431] [数21]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 + u \times (I_y^0 - I_y^1)) \gg 1 \quad (3.16)$$

[0432] 第1和が第2和より大きいと判定された場合（S1003でYes）、式（3.15）が用いられる。第1和が第2和より大きくないと判定された場合（S1003でNo）、式（3.16）が用いられる。

[0433] 復号装置200は、上記の処理（S1001～S1006）をカレントCUの全てのサブブロックに対して繰り返してもよい。

[0434] 復号装置200は、BIOを用いることで、カレントブロックにおける予測サンプルの精度を高めることができる。また、復号装置200は、BIOパラメータを算出する際、水平勾配値及び垂直勾配値のうち一方のみを用いるため、演算量の増加を抑制することができる。

[0435] また、上記の式は一例であって、BIOパラメータを算出するための式は、上記の式に限られない。例えば、適宜、上記の式に含まれる正負符号が変更されてもよく、上記の式と等価な式が用いられてもよい。具体的には、上記の式（3.1）及び（3.2）に対応する式として、以下の式（4.1）が用いられてもよい。

[0436] [数22]

$$sG_x = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{abs}(I_x^1 + I_x^0) \quad (4.1)$$

[0437] また、例えば、上記の式（3.5）に対応する式として、以下の式（4.2）が用いられてもよい。

[0438] [数23]

$$sG_{xdl} = \sum_{[i,j] \in \Omega} (-\text{sign}(I_x^1 + I_x^0) \times (I^0 - I^1)) \quad (4.2)$$

[0439] また、例えば、上記の式（3.15）に対応する式として、以下の式（4

． 3) が用いられてもよい。

[0440] [数24]

$$\text{prediction sample} = (I^1 + I^0 - u \times (I_x^1 - I_x^0)) \gg 1 \quad (4.3)$$

[0441] また、式 (3. 6) ～ (3. 9) は、実質的には割り算を表しているため、以下の式 (4. 4) のように表されてもよい。

[0442] [数25]

$$u = \frac{sG_x dI}{sG_x} \quad (4.4)$$

[0443] これらの式 (4. 1) ～ (4. 4) は、上述された式 (3. 1)、(3. 2)、(3. 5) ～ (3. 9) 及び (3. 15) と実質的に同じである。

[0444] 同様に、具体的には、上記の式 (3. 3) 及び (3. 4) に対応する式として、以下の式 (4. 5) が用いられてもよい。

[0445] [数26]

$$sG_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{abs}(I_y^1 + I_y^0) \quad (4.5)$$

[0446] また、例えば、上記の式 (3. 10) に対応する式として、以下の式 (4. 6) が用いられてもよい。

[0447] [数27]

$$sG_y dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} (-\text{sign}(I_y^1 + I_y^0) \times (I^0 - I^1)) \quad (4.6)$$

[0448] また、例えば、上記の式 (3. 16) に対応する式として、以下の式 (4. 7) が用いられてもよい。

[0449] [数28]

$$\text{prediction sample} = (I^1 + I^0 - u \times (I_y^1 - I_y^0)) \gg 1 \quad (4.7)$$

[0450] また、式 (3. 11) ～ (3. 14) は、実質的には割り算を表しているため、以下の式 (4. 8) のように表されてもよい。

[0451] [数29]

$$u = \frac{sG_y dI}{sG_y} \quad (4.8)$$

[0452] これらの式(4. 5)～(4. 8)は、上述された式(3. 3)、(3. 4)、(3. 10)～(3. 14)及び(3. 16)と実質的に同じである。

[0453] また、上記のフローでは、第1和と第2和との比較に基づいて、水平勾配値又は垂直勾配値が用いられているが、復号処理のフローは、上記のフローに限られない。他の符号化パラメータ等によって、水平勾配値を用いるか、垂直勾配値を用いるかが定められてもよい。そして、第1和と第2和とが比較されることなく、水平勾配値を用いてBIOパラメータが導出されてもよいし、垂直勾配値を用いてBIOパラメータが導出されてもよい。また、第1和及び第2和のうち一方のみが算出されてもよい。

[0454] 第1和と第2和とが比較されなくても、上述された式により、復号装置200は、画素位置毎に行われる演算において演算量が大きい実質的な乗算を削減することができ、予測画像を生成するための複数のパラメータを低演算量で導出することができる。具体的には、式(3. 2)、(3. 4)、(3. 5)、(3. 10)、(4. 1)、(4. 2)、(4. 5)及び(4. 6)等において、正負符号が変更されているが、実質的な乗算が用いられていない。したがって、BIO処理における実質的な乗算の回数が大幅に削減され得る。

[0455] すなわち、復号装置200は、低演算量で sG_x 、 $sG_x d_l$ 、 sG_y 及び $sG_y d_l$ を算出することができる。したがって、復号装置200は、復号における処理量を削減することができる。

[0456] 上記では、復号処理が示されているが、上記と同じ処理が、符号化処理にも適用され得る。つまり、上記の説明における復号は、符号化に置き換えられてもよい。

[0457] なお、ここで説明した演算式は一例であり、同様の処理を意味する演算式であれば、演算式が、部分的に、変更されたり、削除されたり、追加されたりしてもよい。例えば、第1和、第2和及びBIOパラメータの複数の式のうち1つ以上の式は、他の具体例の式と置き換えられてもよいし、他の具体

例の式とも異なる別の式に置き換えられてもよい。

[0458] また、例えば、上記の説明において、水平勾配値及び垂直勾配を求めるフィルタの例として、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタが用いられているが、 $[1, 0, -1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタ等が用いられてもよい。

[0459] [B I Oの第2具体例]

次に、B I Oに基づく復号処理の第2具体例を説明する。例えば、第1具体例と同様に、復号装置200は、動き補償が行われた2つの参照ブロックからB I Oパラメータを算出し、算出されたB I Oパラメータを用いてカレントブロックを復号する。

[0460] 本具体例では、以下の式(5.1)～(5.8)によって、カレントブロックを復号するための予測サンプルを生成する。

[0461] [数30]

$$s_1 = \sum_{[i,j] \in \Omega} (I_x^1 + I_x^0) \times (I_x^1 + I_x^0) \quad (5.1)$$

[0462] [数31]

$$s_2 = \sum_{[i,j] \in \Omega} (I_y^1 + I_y^0) \times (I_y^1 + I_y^0) \quad (5.2)$$

[0463] [数32]

$$s_3 = \sum_{[i,j] \in \Omega} \left(-(I_x^1 + I_x^0) \times (I^0 - I^1) \right) \quad (5.3)$$

[0464] [数33]

$$s_4 = \sum_{[i,j] \in \Omega} \left(-(I_y^1 + I_y^0) \times (I^0 - I^1) \right) \quad (5.4)$$

[0465] [数34]

$$v_x = \frac{s_3}{s_1} \quad (5.5)$$

[0466] [数35]

$$v_y = \frac{s_4}{s_2} \quad (5.6)$$

[0467] [数36]

$$\text{offset} = \frac{v_x \times (I_x^0 - I_x^1)}{2} + \frac{v_y \times (I_y^0 - I_y^1)}{2} \quad (5.7)$$

[0468] [数37]

$$\text{prediction sample} = \frac{I^0 + I^1 + \text{offset}}{2} \quad (5.8)$$

[0469] 本具体例における式(5.1)の s_1 は、第1具体例における式(3.2)の s_{G_x} に対応する。また、本具体例における式(5.2)の s_2 は、第1具体例における式(3.4)の s_{G_y} に対応する。また、本具体例における式(5.3)の s_3 は、第1具体例における式(3.5)の $s_{G_x d l}$ に対応する。また、本具体例における式(5.4)の s_4 は、第1具体例における式(3.10)の $s_{G_y d l}$ に対応する。

[0470] そして、本具体例における式(5.5)～(5.7)の v_x 及び v_y は、それぞれ、BIOパラメータに対応し、第1具体例における式(3.9)及び(3.14)の u に対応する。

[0471] 第1具体例では、 s_{G_x} 、 s_{G_y} 、 $s_{G_x d l}$ 及び $s_{G_y d l}$ の算出において、正負符号の変更が行われ、実質的な乗算が行われない。一方、本具体例では、 s_1 、 s_2 、 s_3 及び s_4 の算出に、実質的な乗算が行われる。これにより、演算量が増加するが、より高い精度で予測サンプルが生成される。逆に、第1具体例では、演算量が削減される。

[0472] なお、ここで説明した演算式は一例であり、同様の処理を意味する演算式であれば、演算式が、部分的に、変更されたり、削除されたり、追加されたりしてもよい。例えば、第1和、第2和及びBIOパラメータの複数の式のうち1つ以上の式は、他の具体例の式と置き換えられてもよいし、他の具体例の式とも異なる別の式に置き換えられてもよい。

[0473] また、例えば、上記の説明において、水平勾配値及び垂直勾配を求めるフィルタの例として、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタが用いられているが、 $[1, 0, -1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタ等が用いられてもよい。

[0474] [B I Oの第3具体例]

次に、図5 2を用いて、B I Oに基づく復号処理の第3具体例を説明する。例えば、第1具体例と同様に、復号装置2 0 0は、動き補償が行われた2つの参照ブロックから少なくとも1つのB I Oパラメータを算出し、算出された少なくとも1つのB I Oパラメータを用いてカレントブロックを復号する。

[0475] 図5 2は、B I Oに基づく復号処理の第3具体例を示すフローチャートである。

[0476] まず、復号装置2 0 0は、カレントブロックに対し、第1参照ブロックの水平勾配値及び第2参照ブロックの水平勾配値を用いて第1和を算出する（S 2 0 0 1）。本具体例における第1和の算出処理（S 2 0 0 1）は、第1具体例における第1和の算出処理（S 1 0 0 1）と同様であってもよい。具体的には、復号装置2 0 0は、第1具体例における式（3. 1）及び（3. 2）と同じ以下の式（6. 1）及び（6. 2）によって、 $s G_x$ を第1和として算出する。

[0477] [数38]

$$G_x = I_x^0 + I_x^1 \quad (6.1)$$

[0478] [数39]

$$sG_x = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_x[i,j]) \times G_x[i,j] \quad (6.2)$$

[0479] また、復号装置2 0 0は、カレントブロックに対し、第1参照ブロックの垂直勾配値及び第2参照ブロックの垂直勾配値を用いて第2和を算出する（S 2 0 0 2）。本具体例における第2和の算出処理（S 2 0 0 2）は、第1具体例における第2和の算出処理（S 1 0 0 2）と同様であってもよい。具体的には、復号装置2 0 0は、第1具体例における式（3. 3）及び（3. 4）と同じ以下の式（6. 3）及び（6. 4）によって、 $s G_y$ を第2和として算出する。

[0480]

[数40]

$$G_y = I_y^0 + I_y^1 \quad (6.3)$$

[0481] [数41]

$$sG_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_y[i,j]) \times G_y[i,j] \quad (6.4)$$

[0482] 次に、復号装置200は、第1和と第2和との両方が第1値よりも大きいこと、及び、第1和と第2和との両方が第2値よりも小さいことのうち、少なくとも一方が成立するか否かを判定する(S2003)。第1値は、第2値よりも大きくてもよいし、第2値よりも小さくてもよいし、第2値と同じであってもよい。第1値及び第2値は、それぞれ、第1閾値及び第2閾値とも表現され得る。

[0483] 例えば、第1値=100、及び、第2値=100の場合において、第1和及び第2和に基づく判定結果は、以下の通りである。

[0484] 第1和=300、第2和=50：判定結果=偽
 第1和=50、第2和=50：判定結果=真
 第1和=300、第2和=300：判定結果=真
 第1和=50、第2和=300：判定結果=偽

[0485] 判定結果が真である場合(S2003でYes)、復号装置200は、カレントブロックに対し、水平勾配値及び垂直勾配値の両方を用いて、2つのBIOパラメータを決定する(S2004)。式(6.5)～(6.8)は、この場合における2つのBIOパラメータを決定するための演算処理の例を示す。これらの式では、u及びvで表される2つのBIOパラメータが、水平勾配値及び垂直勾配値を用いて算出される。

[0486] [数42]

$$sG_{xdI} = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_x[i,j]) \times (I_{ij}^0 - I_{ij}^1) \quad (6.5)$$

[0487] [数43]

$$sG_{ydI} = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_y[i,j]) \times (I_{ij}^0 - I_{ij}^1) \quad (6.6)$$

[0488] [数44]

$$u = \text{Clip}(((sG_x dI \gg (\text{Bits}(sG_x) - 6 - 12)) \\ \times \text{BIOShift}[sG_x \gg \text{Bits}(sG_x) - 6]) \gg 27) \quad (6.7)$$

[0489] [数45]

$$v = \text{Clip}(((sG_y dI \gg (\text{Bits}(sG_y) - 6 - 12)) \\ \times \text{BIOShift}[sG_y \gg \text{Bits}(sG_y) - 6]) \gg 27) \quad (6.8)$$

[0490] 式(6.5)及び(6.6)は、それぞれ、第1具体例における式(3.5)及び(3.10)と同じである。BIOパラメータuは、式(6.7)により、 $sG_x dI$ 及び sG_x を用いて算出される。BIOパラメータvは、式(6.8)により、 $sG_y dI$ 及び sG_y を用いて算出される。BIOパラメータu及びvは、それぞれ、式(6.7)及び式(6.8)の代わりに、以下の式(6.9)及び(6.10)を用いて算出されてもよい。

[0491] [数46]

$$u = sG_x dI \gg \text{Bits}(sG_x) \quad (6.9)$$

[0492] [数47]

$$v = sG_y dI \gg \text{Bits}(sG_y) \quad (6.10)$$

[0493] 判定結果が偽である場合(S2003でNo)、復号装置200は、カレントブロックに対し、水平勾配値又は垂直勾配値を用いなくて、1つのBIOパラメータを決定する(S2005)。この場合における1つのBIOパラメータを決定するための演算処理の例は、以下のとおりである。

[0494] 例えば、復号装置200は、第1和が第2和よりも大きいかな否かを判定する。第1和が第2和より大きい場合、復号装置200は、式(6.5)及び(6.7) (又は(6.9))により、「u」のみをBIOパラメータとして算出する。つまり、この場合、復号装置200は、カレントブロックに対して、垂直勾配値を用いなくて、BIOパラメータを決定する。

[0495] 一方、第1和が第2和より大きくない場合、復号装置200は、式(6.6)及び(6.8) (又は(6.10))により、「v」のみをBIOパラメータとして算出する。つまり、この場合、復号装置200は、カレントブ

ロックに対して、水平勾配値を用いなくて、B I Oパラメータを決定する。

[0496] あるいは、例えば、復号装置200は、第1和が第1値よりも大きく、かつ、第2和が第2値よりも小さいか否かを判定してもよい。

[0497] そして、第1和が第1値よりも大きく、かつ、第2和が第2値よりも小さい場合、復号装置200は、カレントブロックに対して、垂直勾配値を用いなくて、「u」のみをB I Oパラメータとして決定してもよい。第1和が第1値よりも大きくない、又は、第2和が第2値よりも小さくない場合、復号装置200は、カレントブロックに対して、水平勾配値を用いなくて、「v」のみをB I Oパラメータとして決定してもよい。

[0498] 最後に、復号装置200は、少なくとも1つのB I Oパラメータを用いてカレントブロックを復号する(S2006)。具体的には、復号装置200は、2つのB I Oパラメータu及びvのうちの少なくとも1つを用いて予測サンプルを生成し、予測サンプルを用いてカレントブロックを復号する。式(6.11)～(6.13)は、予測サンプルを生成するための演算処理の複数の例を示す。

[0499] [数48]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 + u \times (I_x^0 - I_x^1) + v \times (I_y^0 - I_y^1)) \gg 1 \quad (6.11)$$

[0500] [数49]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 + u \times (I_x^0 - I_x^1)) \gg 1 \quad (6.12)$$

[0501] [数50]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 + v \times (I_y^0 - I_y^1)) \gg 1 \quad (6.13)$$

[0502] 第1和、第2和、第1値及び第2値に基づく判定処理(S2003)の結果が真である場合、式(6.11)が用いられる。判定処理(S2003)の結果が偽である場合において、「u」のみが算出された場合、式(6.12)が用いられる。判定処理(S2003)の結果が偽である場合において、「v」のみが算出された場合、式(6.13)が用いられる。

[0503] 復号装置200は、上記の処理(S2001～S2006)をカレントC

Uの全てのサブブロックに対して繰り返してもよい。

[0504] また、上述された判定処理（S 2 0 0 3）とは異なる判定処理が用いられてもよい。例えば、復号装置2 0 0は、第1和と第2和との両方が第1値よりも大きいかなかを判定してもよい。

[0505] そして、第1和と第2和との両方が第1値よりも大きい場合、復号装置2 0 0は、カレントブロックに対し、水平勾配値及び垂直勾配値の両方を用いて、2つのB I Oパラメータを決定してもよい。第1和と第2和との少なくとも一方が第1値よりも大きくない場合、復号装置2 0 0は、カレントブロックに対し、水平勾配値又は垂直勾配値を用いなくて、1つのB I Oパラメータを決定してもよい。

[0506] あるいは、例えば、復号装置2 0 0は、第1和が第1値よりも大きく、かつ、第2和が第2値よりも大きいかなかを判定してもよい。

[0507] そして、第1和が第1値よりも大きく、かつ、第2和が第2値よりも大きい場合、復号装置2 0 0は、カレントブロックに対し、水平勾配値及び垂直勾配値の両方を用いて、2つのB I Oパラメータを決定してもよい。第1和が第1値よりも大きくない、又は、第2和が第2値よりも大きくない場合、復号装置2 0 0は、カレントブロックに対し、水平勾配値又は垂直勾配値を用いなくて、1つのB I Oパラメータを決定してもよい。

[0508] あるいは、例えば、復号装置2 0 0は、第1和が第1値よりも大きく、第2和が第2値よりも大きいという条件と、第1和が第3値よりも小さく、第2和が第4値よりも小さいという条件との2つの条件の少なくとも一方が成立するかを判定してもよい。

[0509] そして、2つの条件の少なくとも一方が成立する場合、復号装置2 0 0は、カレントブロックに対し、水平勾配値及び垂直勾配値の両方を用いて、2つのB I Oパラメータを決定してもよい。2つの条件のいずれも成立しない場合、復号装置2 0 0は、カレントブロックに対し、水平勾配値又は垂直勾配値を用いなくて、1つのB I Oパラメータを決定してもよい。

[0510] 復号装置2 0 0は、B I Oを用いることで、カレントブロックにおける予

測サンプルの精度を高めることができる。また、復号装置200は、条件に基づいて、水平勾配値及び垂直勾配値のうち一方のみを用いる場合がある。

これにより、復号装置200は、演算量の増加を抑制することができる。

[0511] また、上記の式は一例であって、BIOパラメータを算出するための式は、上記の式に限られない。例えば、適宜、上記の式に含まれる正負符号が変更されてもよく、上記の式と等価な式が用いられてもよい。具体的には、上記の式(6.1)及び(6.2)に対応する式として、以下の式(7.1)が用いられてもよい。

[0512] [数51]

$$sG_x = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{abs}(I_x^1 + I_x^0) \quad (7.1)$$

[0513] また、例えば、上記の式(6.5)に対応する式として、以下の式(7.2)が用いられてもよい。

[0514] [数52]

$$sG_x dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} \left(-\text{sign}(I_x^1 + I_x^0) \times (I^0 - I^1) \right) \quad (7.2)$$

[0515] また、例えば、上記の式(6.12)に対応する式として、以下の式(7.3)が用いられてもよい。

[0516] [数53]

$$\text{prediction sample} = (I^1 + I^0 - u \times (I_x^1 - I_x^0)) \gg 1 \quad (7.3)$$

[0517] また、式(6.7)及び(6.9)は、実質的には割り算を表しているため、以下の式(7.4)のように表されてもよい。

[0518] [数54]

$$u = \frac{sG_x dI}{sG_x} \quad (7.4)$$

[0519] これらの式(7.1)～(7.4)は、上述された式(6.1)、(6.2)、(6.5)、(6.7)、(6.9)及び(6.12)と実質的に同じである。

[0520] 同様に、具体的には、上記の式(6.3)及び(6.4)に対応する式と

して、以下の式（７．５）が用いられてもよい。

[0521] [数55]

$$sG_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{abs}(I_y^1 + I_y^0) \quad (7.5)$$

[0522] また、例えば、上記の式（６．６）に対応する式として、以下の式（７．６）が用いられてもよい。

[0523] [数56]

$$sG_y dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} \left(-\text{sign}(I_y^1 + I_y^0) \times (I^0 - I^1) \right) \quad (7.6)$$

[0524] また、例えば、上記の式（６．１３）に対応する式として、以下の式（７．７）が用いられてもよい。

[0525] [数57]

$$\text{prediction sample} = (I^1 + I^0 - v \times (I_y^1 - I_y^0)) \gg 1 \quad (7.7)$$

[0526] また、式（６．８）及び（６．１０）は、実質的には割り算を表しているため、以下の式（７．８）のように表されてもよい。

[0527] [数58]

$$u = \frac{sG_y dI}{sG_y} \quad (7.8)$$

[0528] これらの式（７．５）～（７．８）は、上述された式（６．３）、（６．４）、（６．６）、（６．８）、（６．１０）及び（６．１３）と実質的に同じである。また、例えば、上記の式（６．１１）に対応する式として、以下の式（７．９）が用いられてもよい。以下の式（７．９）は、上述された式（６．１１）と実質的に同じである。

[0529] [数59]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 - u \times (I_x^1 - I_x^0) - v \times (I_y^1 - I_y^0)) \gg 1 \quad (7.9)$$

[0530] また、上記のフローでは、第１和及び第２和に基づいて、水平勾配値及び垂直勾配値のうち少なくとも一方が用いられているが、復号処理のフローは、上記のフローに限られない。他の符号化パラメータ等によって、水平勾配

値を用いるか、垂直勾配値を用いるか、これらの両方を用いるかが定められてもよい。

[0531] そして、第1和及び第2和にかかわらず、少なくとも1つのB I Oパラメータが、水平勾配値を用いて導出されてもよいし、垂直勾配値を用いて導出されてもよいし、水平勾配値及び垂直勾配値の両方を用いて導出されてもよい。

[0532] 第1和及び第2和にかかわらず、上述された式により、復号装置200は、画素位置毎に行われる演算において演算量が大きい実質的な乗算を削減することができ、予測画像を生成するための複数のパラメータを低演算量で導出することができる。具体的には、式(6.2)、(6.4)、(6.5)、(6.6)、(7.1)、(7.2)、(7.5)及び(7.6)等において、正負符号が変更されているが、実質的な乗算が用いられていない。したがって、B I O処理における実質的な乗算の回数が大幅に削減され得る。

[0533] すなわち、復号装置200は、低演算量で sG_x 、 $sG_x d l$ 、 sG_y 及び $sG_y d l$ を算出することができる。したがって、復号装置200は、復号における処理量を削減することができる。特に、第1和及び第2和にかかわらず、復号装置200は、水平勾配値及び垂直勾配値の両方を用いて少なくとも1つのB I Oパラメータを導出してもよい。これにより、復号装置200は、復号における処理量を削減しつつ、水平勾配値及び垂直勾配値の両方を用いて適切に予測画像を生成することができる。

[0534] 上記では、復号処理が示されているが、上記と同じ処理が、符号化処理にも適用され得る。つまり、上記の説明における復号は、符号化に置き換えられてもよい。

[0535] なお、B I Oパラメータを算出するための式は、水平勾配値又は垂直勾配値を用いてB I Oパラメータが算出される式であれば、別の式で置き換えられてもよい。

[0536] 例えば、第3具体例において、B I Oパラメータ u を算出するための式は、垂直勾配値に基づくことなく水平勾配値に基づいてB I Oパラメータ u が

算出される式であれば、式（６．７）、（６．９）及び（７．４）等に限定されない。また、ＢＩＯパラメータ v を算出するための式は、水平勾配値に基づくことなく垂直勾配値に基づいてＢＩＯパラメータ v が算出される式であれば、式（６．８）、（６．１０）及び（７．８）等に限定されない。

[0537] また、第１具体例及び第３具体例において、第１和は、水平勾配値に対応し、第２和は、垂直勾配値に対応する。しかしながら、この順序は、入れ替わってもよい。つまり、第１和が、垂直勾配値に対応し、第２和が、水平勾配値に対応してもよい。

[0538] なお、ここで説明した演算式は一例であり、同様の処理を意味する演算式であれば、演算式が、部分的に、変更されたり、削除されたり、追加されたりしてもよい。例えば、第１和、第２和及びＢＩＯパラメータの複数の式のうち１つ以上の式は、他の具体例の式と置き換えられてもよいし、他の具体例の式とも異なる別の式に置き換えられてもよい。

[0539] また、例えば、上記の説明において、水平勾配値及び垂直勾配を求めるフィルタの例として、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタが用いられているが、 $[1, 0, -1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタ等が用いられてもよい。

[0540] [ＢＩＯの第４具体例]

第１具体例、第２具体例及び第３具体例におけるＢＩＯパラメータの算出処理及び予測画像の生成処理は、一例であり、その他の算出処理及び生成処理が適用されてもよい。例えば、図５３のフローチャートに示される処理が適用されてもよい。

[0541] 図５３は、ＢＩＯに基づく復号処理の第４具体例を示すフローチャートである。上述された複数の具体例において、復号装置２００は、図４９及び図５２のように、第１和の大きさと第２和の大きさに基づいて、予測サンプルの導出方法を切り替える。一方、本具体例において、復号装置２００は、常に垂直方向及び水平方向のそれぞれのオプティカルフロー成分を求めて予測サンプルを導出する。これにより、予測精度がより高くなる可能性がある。

。

[0542] 具体的には、図53の例において、図49の例及び図52の例と同様に、復号装置200は、カレントブロックに対し、第1参照ブロックの水平勾配値及び第2参照ブロックの水平勾配値を用いて第1和を算出する（S2001）。また、復号装置200は、カレントブロックに対し、第1参照ブロックの垂直勾配値及び第2参照ブロックの垂直勾配値を用いて第2和を算出する（S2002）。

[0543] そして、図53の例において、復号装置200は、第1和の大きさ及び第2和の大きさによらず、カレントブロックに対し、水平勾配値及び垂直勾配値の両方を用いて、BIOパラメータを決定する（S2004）。カレントブロックに対し、水平勾配値及び垂直勾配値の両方を用いて、BIOパラメータを決定する動作は、第3具体例と同じであってもよい。例えば、復号装置200は、BIOパラメータを決定するための演算式として、第3具体例に記載の式（6.1）～（6.10）等を用いてもよい。

[0544] そして、復号装置200は、BIOパラメータを用いてカレントブロックを復号する（S2006）。例えば、復号装置200は、2つのBIOパラメータu及びvを用いて予測サンプルを生成する。その際、復号装置200は、予測サンプルを式（6.11）等によって導出してもよい。復号装置200は、第1具体例に記載の式、又は、その他の式を用いてもよい。そして、復号装置200は、予測サンプルを用いてカレントブロックを復号する。

[0545] また、式（6.2）、（6.4）、（6.5）及び（6.6）等において現れる $\text{sign}(x)$ は、前述の2値の式（a）によって定義されてもよいし、次の式（b）によって定義されてもよい。

[0546] [数60]

$$\text{sign}(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x > 0 \\ 0 & \text{if } x = 0 \\ -1 & \text{if } x < 0 \end{cases} \quad (\text{b})$$

[0547] 式（a）の sign 関数は、 sign 関数に与えられた引数が正であるか負であるかを示す値を返す。式（b）の sign 関数は、 sign 関数に与

えられた引数が正であるか負であるかゼロであることを示す値を返す。

- [0548] 本来のオプティカルフローの導出式において、式(6.2)、(6.4)、(6.5)及び(6.6)内の $\text{sign}(G_x[i, j])$ 及び $\text{sign}(G_y[i, j])$ は、それぞれ、 $G_x[i, j]$ 及び $G_y[i, j]$ である。したがって、例えば、 $G_x[i, j] = 0$ の場合、 $G_x[i, j] \times (I^0_{i, j} - I^1_{i, j}) = 0$ が中間値として算出され、 $G_y[i, j] = 0$ の場合、 $G_y[i, j] \times (I^0_{i, j} - I^1_{i, j}) = 0$ が中間値として算出される。
- [0549] しかし、簡略化されたオプティカルフローの導出式において、 $\text{sign}(0) = 1$ の場合、適切な中間値が得られない。例えば、式(6.5)において、 $G_x[i, j] = 0$ の場合、 $\text{sign}(G_x[i, j]) \times (I^0_{i, j} - I^1_{i, j}) = (I^0_{i, j} - I^1_{i, j})$ が中間値として算出される。また、式(6.6)において、 $G_y[i, j] = 0$ の場合、 $\text{sign}(G_y[i, j]) \times (I^0_{i, j} - I^1_{i, j}) = (I^0_{i, j} - I^1_{i, j})$ が中間値として算出される。つまり、中間値が0にならず、0とは異なる値が残る。
- [0550] 上記の式(b)の sign の定義では、 $G_x[i, j] = 0$ の場合、 $\text{sign}(G_x[i, j]) \times (I^0_{i, j} - I^1_{i, j}) = 0$ が中間値として算出され、 $G_y[i, j] = 0$ の場合、 $\text{sign}(G_y[i, j]) \times (I^0_{i, j} - I^1_{i, j}) = 0$ が中間値として算出される。したがって、これらの場合、本来のオプティカルフローの導出式と同じ中間値が算出される。
- [0551] したがって、上記の式(b)によって定義される sign の方が、上記の式(a)によって定義される sign よりも、本来のオプティカルフローの式と似た値を有する。したがって、予測精度がより高くなる可能性がある。
- [0552] なお、上記の変更が、本開示の全てにおいて、組み合わされてもよい。例えば、第1具体例の $\text{sign}(x)$ の定義が、上記の式(b)に置き換えられてもよいし、第3具体例の $\text{sign}(x)$ の定義が、上記の式(b)に置き換えられてもよい。
- [0553] また、上記では、復号処理が示されているが、上記と同じ処理が、符号化処理にも適用され得る。つまり、上記の説明における復号は、符号化に置き

換えられてもよい。

[0554] また、例えば、上記の説明において、水平勾配値及び垂直勾配を求めるフィルタの例として、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタが用いられているが、 $[1, 0, -1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタ等が用いられてもよい。

[0555] また、式(b)は、引数が正であるか負であるかゼロであることを示す値を返す sign 関数の一例である。引数が正であるか負であるかゼロであることを示す値を返す sign 関数は、引数が正であるか負であるかゼロであるかによって3つの値を取り得る他の式で表現されてもよい。

[0556] [B I Oの第5具体例]

次に、B I Oに基づく復号処理の第5具体例を説明する。第5具体例では、第4具体例と同様に、常に垂直方向及び水平方向のそれぞれのオプティカルフロー成分を求めて予測サンプルを導出する。以下の演算式は、第5具体例における演算式である。

[0557] [数61]

$$G_x = I_x^0 + I_x^1 \quad (8.1)$$

[0558] [数62]

$$sG_x = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_x[i,j]) \times G_x[i,j] \quad (8.2)$$

[0559] [数63]

$$G_y = I_y^0 + I_y^1 \quad (8.3)$$

[0560] [数64]

$$sG_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_y[i,j]) \times G_y[i,j] \quad (8.4)$$

[0561] [数65]

$$sG_x dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_x[i,j]) \times (I_{i,j}^0 - I_{i,j}^1) \quad (8.5)$$

[0562] [数66]

$$sG_y dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_y[i,j]) \times (I_{i,j}^0 - I_{i,j}^1) \quad (8.6)$$

[0563] [数67]

$$sG_x G_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_y[i,j]) \times G_x[i,j] \quad (8.7)$$

[0564] [数68]

$$u = sG_x dI \gg \text{Bits}(sG_x) \quad (8.8)$$

[0565] [数69]

$$v = (sG_y dI - u \times sG_x G_y) \gg \text{Bits}(sG_y) \quad (8.9)$$

[0566] [数70]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 + u \times (I_x^0 - I_x^1) + v \times (I_y^0 - I_y^1)) \gg 1 \quad (8.10)$$

[0567] 上記の式(8.1)～(8.6)、(8.8)及び(8.10)は、第3具体例における式(6.1)～(6.6)、(6.9)及び(6.11)と同じである。本具体例では、式(8.7)が追加され、式(6.10)が式(8.9)に置き換えられている。つまり、y方向のBIOパラメータ“v”は、x方向のBIOパラメータ“u”、および、x方向の勾配とy方向の勾配との相関パラメータ“ $sG_x G_y$ ”に依存した演算処理で導出される。これより、より精度の高いBIOパラメータを導出することが可能となり、符号化効率を向上できる可能性が高くなる。なお、 $sG_x G_y$ は、第3和とも表現され得る。

[0568] また、 $\text{sign}(x)$ として、第4具体例に記載の式(b)が用いられてもよい。式(b)で定義されるように、3値に対応する $\text{sign}(x)$ によって、符号化効率をさらに向上できる可能性がある。また、 $\text{sign}(x)$ として、第1具体例に記載の式(a)が用いられてもよい。これにより、 $\text{sign}(x)$ が3値に対応する場合に比べて式が簡易化されるため、処理負荷を減らしつつ、符号化効率を向上できる可能性がある。

[0569] なお、ここで説明した演算式は一例であり、同様の処理を意味する演算式であれば、演算式が、部分的に、変更されたり、削除されたり、追加されたりしてもよい。例えば、第1和、第2和、第3和及びBIOパラメータの複数の式のうち1つ以上の式は、他の具体例の式と置き換えられてもよいし、

他の具体例の式とも異なる別の式に置き換えられてもよい。

[0570] また、例えば、上記の説明において、水平勾配値及び垂直勾配を求めるフィルタの例として、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタが用いられているが、 $[1, 0, -1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタ等が用いられてもよい。

[0571] また、本演算式は、第4具体例における図53のフローチャートに対してだけではなく、第1具体例における図49のフローチャート、第3具体例における図52のフローチャート、又は、その他のフローチャートに適用されてもよい。

[0572] また、上記では、復号処理が示されているが、上記と同じ処理が、符号化処理にも適用され得る。つまり、上記の説明における復号は、符号化に置き換えられてもよい。

[0573] [B I Oの第6具体例]

次に、B I Oに基づく復号処理の第6具体例を説明する。第6具体例では、第4具体例等と同様に、常に垂直方向及び水平方向のそれぞれのオプティカルフロー成分を求めて予測サンプルを導出する。以下の演算式は、第6具体例における演算式である。

[0574] [数71]

$$G_x = I_x^0 + I_x^1 \quad (9.1)$$

[0575] [数72]

$$sG_x = \sum_{[i,j] \in \Omega} G_x[i,j] \times G_x[i,j] \quad (9.2)$$

[0576] [数73]

$$G_y = I_y^0 + I_y^1 \quad (9.3)$$

[0577] [数74]

$$sG_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} G_y[i,j] \times G_y[i,j] \quad (9.4)$$

[0578]

[数75]

$$sG_x dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} G_x[i,j] \times (I_{ij}^0 - I_{ij}^1) \quad (9.5)$$

[0579] [数76]

$$sG_y dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} G_y[i,j] \times (I_{ij}^0 - I_{ij}^1) \quad (9.6)$$

[0580] [数77]

$$u = sG_x dI \gg \text{Bits}(sG_x) \quad (9.7)$$

[0581] [数78]

$$v = sG_y dI \gg \text{Bits}(sG_y) \quad (9.8)$$

[0582] [数79]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 + u \times (I_x^0 - I_x^1) + v \times (I_y^0 - I_y^1)) \gg 1 \quad (9.9)$$

[0583] 上記の式(9.1)、(9.3)及び(9.7)～(9.9)は、第3具体例における式(6.1)、(6.3)及び(6.9)～(6.11)と同じである。本具体例では、式(6.2)及び(6.4)～(6.6)が、それぞれ、式(9.2)及び(9.4)～(9.6)に置き換えられている。

[0584] 例えば、式(6.2)及び(6.4)～(6.6)では、 $G_x[i, j]$ 及び $G_y[i, j]$ の代わりに、 $\text{sign}(G_x[i, j])$ 及び $\text{sign}(G_y[i, j])$ が用いられることにより、実質的な乗算が取り除かれている。一方、式(9.2)及び(9.4)～(9.6)では、 $\text{sign}(G_x[i, j])$ 及び $\text{sign}(G_y[i, j])$ が用いられず、 $G_x[i, j]$ 及び $G_y[i, j]$ の値がそのまま用いられる。すなわち、実質的な乗算が用いられている。

[0585] これより、演算処理量は増加する。しかし、より精度の高いBIOパラメータを導出することが可能となり、符号化効率を向上できる可能性が高くなる。

[0586] なお、ここで説明した演算式は一例であり、同様の処理を意味する演算式であれば、演算式が、部分的に、変更されたり、削除されたり、追加された

りしてもよい。例えば、第1和、第2和、第3和及びB I Oパラメータの複数の式のうち1つ以上の式は、他の具体例の式と置き換えられてもよいし、他の具体例の式とも異なる別の式に置き換えられてもよい。

[0587] また、例えば、上記の説明において、水平勾配値及び垂直勾配を求めるフィルタの例として、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタが用いられているが、 $[1, 0, -1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタ等が用いられてもよい。

[0588] また、本具体例に対応する演算式は、第4具体例における図53のフローチャートに対してだけでなく、第1具体例における図49のフローチャート、第3具体例における図52のフローチャート、又は、その他のフローチャートに適用されてもよい。

[0589] また、上記では、復号処理が示されているが、上記と同じ処理が、符号化処理にも適用され得る。つまり、上記の説明における復号は、符号化に置き換えられてもよい。

[0590] [B I Oの第7具体例]

次に、B I Oに基づく復号処理の第7具体例を説明する。第7具体例では、第4具体例等と同様に、常に垂直方向及び水平方向のそれぞれのオプティカルフロー成分を求めて予測サンプルを導出する。以下の演算式は、第7具体例における演算式である。

[0591] [数80]

$$G_x = I_x^0 + I_x^1 \quad (10.1)$$

[0592] [数81]

$$sG_x = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{abs}(G_x[i,j]) \quad (10.2)$$

[0593] [数82]

$$G_y = I_y^0 + I_y^1 \quad (10.3)$$

[0594] [数83]

$$sG_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{abs}(G_y[i,j]) \quad (10.4)$$

[0595] [数84]

$$sG_x dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_x[i,j]) \times (I^0_{i,j} - I^1_{i,j}) \quad (10.5)$$

[0596] [数85]

$$sG_y dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_y[i,j]) \times (I^0_{i,j} - I^1_{i,j}) \quad (10.6)$$

[0597] [数86]

$$sG_x G_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{sign}(G_y[i,j]) \times G_x[i,j] \quad (10.7)$$

[0598] [数87]

$$u = sG_x dI \gg \text{Bits}(sG_x) \quad (10.8)$$

[0599] [数88]

$$v = (sG_y dI - u \times sG_x G_y) \gg \text{Bits}(sG_y) \quad (10.9)$$

[0600] [数89]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 + u \times (I_x^0 - I_x^1) + v \times (I_y^0 - I_y^1)) \gg 1 \quad (10.10)$$

[0601] 上記の式(10.1)、(10.3)及び(10.5)～(10.10)は、第5具体例における式(8.1)、(8.3)及び(8.5)～(8.10)と同じである。本具体例では、式(8.2)及び(8.4)が式(10.2)及び(10.4)にそれぞれ置き換えられている。具体的には、 sign 関数を用いて正負符号を変換することに代えて、 abs 関数が用いられている。

[0602] 式(10.2)及び(10.4)のように abs 関数を用いて得られる結果は、式(8.2)及び(8.4)のように sign 関数を用いて正負符号を変換することで得られる結果と同じである。つまり、本具体例は、第5具体例と実質的に同じである。

[0603] 第5具体例では、 G_x の正負符号と G_x との積が用いられ、 G_y の正負符号と G_y との積が用いられている。本具体例では、この積の部分が絶対値で置換えられている。これにより、低処理化が実現され得る。

[0604] また、適宜、上記の式に含まれる正負符号が変更されてもよく、上記の式

と等価な式が用いられてもよい。具体的には、上記の式（１０．１）～（１０．７）に対応する以下の式（１１．１）～（１１．５）が用いられてもよい。

[0605] [数90]

$$sG_x = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{abs}(I_x^1 + I_x^0) \quad (11.1)$$

[0606] [数91]

$$sG_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} \text{abs}(I_y^1 + I_y^0) \quad (11.2)$$

[0607] [数92]

$$sG_x dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} \left(-\text{sign}(I_x^1 + I_x^0) \times (I^0 - I^1) \right) \quad (11.3)$$

[0608] [数93]

$$sG_y dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} \left(-\text{sign}(I_y^1 + I_y^0) \times (I^0 - I^1) \right) \quad (11.4)$$

[0609] [数94]

$$sG_x G_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} \left(\text{sign}(I_y^1 + I_y^0) \times (I_x^1 + I_x^0) \right) \quad (11.5)$$

[0610] また、式（１０．８）及び（１０．９）は、実質的には割り算を表しているため、以下の式（１１．６）及び（１１．７）のように表されてもよい。

[0611] [数95]

$$u = \frac{sG_x dI}{sG_x} \quad (11.6)$$

[0612] [数96]

$$v = \frac{sG_y dI - u \times sG_x G_y}{sG_y} \quad (11.7)$$

[0613] なお、ここで説明した演算式は一例であり、同様の処理を意味する演算式であれば、演算式が、部分的に、変更されたり、削除されたり、追加されたりしてもよい。例えば、第１和、第２和、第３和及びＢＩＯパラメータの複数の式のうち１つ以上の式は、他の具体例の式と置き換えられてもよいし、他の具体例の式とも異なる別の式に置き換えられてもよい。

[0614] また、例えば、上記の説明において、水平勾配値及び垂直勾配を求めるフィルタの例として、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタが用いられているが、 $[1, 0, -1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタ等が用いられてもよい。

[0615] また、本具体例に対応する演算式は、第4変形例における図53のフローチャートに対してだけでなく、第1具体例における図49のフローチャート、第3具体例における図52のフローチャート、又は、その他のフローチャートに適用されてもよい。

[0616] また、上記では、復号処理が示されているが、上記と同じ処理が、符号化処理にも適用され得る。つまり、上記の説明における復号は、符号化に置き換えられてもよい。

[0617] [B I Oの第8具体例]

次に、B I Oに基づく復号処理の第8具体例を説明する。第8具体例では、第4具体例等と同様に、常に垂直方向及び水平方向のそれぞれのオプティカルフロー成分を求めて予測サンプルを導出する。以下の演算式は、第8具体例における演算式である。

[0618] [数97]

$$G_x = I_x^0 + I_x^1 \quad (12.1)$$

[0619] [数98]

$$sG_x = \sum_{[i,j] \in \Omega} G_x[i,j] \quad (12.2)$$

[0620] [数99]

$$G_y = I_y^0 + I_y^1 \quad (12.3)$$

[0621] [数100]

$$sG_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} G_y[i,j] \quad (12.4)$$

[0622] [数101]

$$sG_x dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} (I_{ij}^0 - I_{ij}^1) \quad (12.5)$$

[0623] [数102]

$$sG_y dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} (I^0_{ij} - I^1_{ij}) \quad (12.6)$$

[0624] [数103]

$$sG_x G_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} G_x[i,j] \quad (12.7)$$

[0625] [数104]

$$u = sG_x dI \gg \text{Bits}(sG_x) \quad (12.8)$$

[0626] [数105]

$$v = (sG_y dI - u \times sG_x G_y) \gg \text{Bits}(sG_y) \quad (12.9)$$

[0627] [数106]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 + u \times (I_x^0 - I_x^1) + v \times (I_y^0 - I_y^1)) \gg 1 \quad (12.10)$$

[0628] 上記の式(12.1)、(12.3)及び(12.8)～(12.10)は、第5具体例における式(8.1)、(8.3)及び(8.8)～(8.10)と同じである。

[0629] 一方、式(8.2)及び(8.4)～(8.7)に関して、 G_x 及び G_y の正負符号を示す値が常に1であると仮定され、式(8.2)及び(8.4)～(8.7)が、それぞれ、式(12.2)及び(12.4)～(12.7)に置換えられている。これは、微小領域 Ω において画素値の勾配の絶対値及び正負符号が共に一定であるとの仮定に基づいている。

[0630] 正負符号が一定であると仮定されているため、 G_x 及び G_y の正負符号を画素単位で算出する処理が削減され得る。また、 sG_x の演算式と、 $sG_x G_y$ の演算式とが、互いに等しくなる。これにより、更なる処理削減が可能となる。

[0631] なお、ここで説明した演算式は一例であり、同様の処理を意味する演算式であれば、演算式が、部分的に、変更されたり、削除されたり、追加されたりしてもよい。例えば、第1和、第2和、第3和及びBIOパラメータの複数の式のうち1つ以上の式は、他の具体例の式と置き換えられてもよいし、

他の具体例の式とも異なる別の式に置き換えられてもよい。

[0632] また、例えば、上記の説明において、水平勾配値及び垂直勾配を求めるフィルタの例として、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタが用いられているが、 $[1, 0, -1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタ等が用いられてもよい。

[0633] また、本演算式は、第4具体例における図53のフローチャートに対してだけではなく、第1具体例における図49のフローチャート、第3具体例における図52のフローチャート、又は、その他のフローチャートに適用されてもよい。

[0634] また、上記では、復号処理が示されているが、上記と同じ処理が、符号化処理にも適用され得る。つまり、上記の説明における復号は、符号化に置き換えられてもよい。

[0635] [B I Oの第9具体例]

次に、B I Oに基づく復号処理の第9具体例を説明する。第9具体例では、第4具体例等と同様に、常に垂直方向及び水平方向のそれぞれのオプティカルフロー成分を求めて予測サンプルを導出する。以下の演算式は、第9具体例における演算式である。

[0636] [数107]

$$G_x = I_x^0 + I_x^1 \quad (13.1)$$

[0637] [数108]

$$sG_x = \sum_{[i,j] \in \Omega} G_x[i,j] \quad (13.2)$$

[0638] [数109]

$$G_y = I_y^0 + I_y^1 \quad (13.3)$$

[0639] [数110]

$$sG_y = \sum_{[i,j] \in \Omega} G_y[i,j] \quad (13.4)$$

[0640]

[数111]

$$sG_x dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} (I_{ij}^0 - I_{ij}^1) \quad (13.5)$$

[0641] [数112]

$$sG_y dI = \sum_{[i,j] \in \Omega} (I_{ij}^0 - I_{ij}^1) \quad (13.6)$$

[0642] [数113]

$$u = sG_x dI \gg \text{Bits}(sG_x) \quad (13.7)$$

[0643] [数114]

$$v = (sG_y dI - u \times sG_x) \gg \text{Bits}(sG_y) \quad (13.8)$$

[0644] [数115]

$$\text{prediction sample} = (I^0 + I^1 + u \times (I_x^0 - I_x^1) + v \times (I_y^0 - I_y^1)) \gg 1 \quad (13.9)$$

[0645] 上記の式(13.1)～(13.9)は、第8具体例における式(12.1)～(12.6)及び(12.8)～(12.10)と同じである。第8具体例において sG_x の演算式と $sG_x G_y$ の演算式とが等しいことに基づいて、本具体例では、第3和における相互相関の導出処理が削除されている。そして、 v の導出には sG_x が用いられる。

[0646] なお、ここで説明した演算式は一例であり、同様の処理を意味する演算式であれば、演算式が、部分的に、変更されたり、削除されたり、追加されたりしてもよい。例えば、第1和、第2和及びBIOパラメータの複数の式のうち1つ以上の式は、他の具体例の式と置き換えられてもよいし、他の具体例の式とも異なる別の式に置き換えられてもよい。

[0647] また、例えば、上記の説明において、水平勾配値及び垂直勾配を求めるフィルタの例として、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタが用いられているが、 $[1, 0, -1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタ等が用いられてもよい。

[0648] また、本具体例に対応する演算式は、第4具体例における図53のフローチャートに対してだけではなく、第1具体例における図49のフローチャー

ト、第3具体例における図52のフローチャート、又は、その他のフローチャートに適用されてもよい。

[0649] また、上記では、復号処理が示されているが、上記と同じ処理が、符号化処理にも適用され得る。つまり、上記の説明における復号は、符号化に置き換えられてもよい。

[0650] [BIOの第10具体例]

本具体例は、他の具体例に適用可能な変形例を示す。例えば、各具体例の除算に、ルックアップテーブルが用いられてもよい。例えば、6ビット、すなわち、64個のエントリを持つルックアップテーブル (`divSigTable`) が用いられてもよい。これにより、第5具体例における式(8.8)及び(8.9)は、それぞれ、以下の式(14.1)及び(14.2)のように置き換えられ得る。他の具体例における同種の式も同じように置き換えられてもよい。

[0651] [数116]

$$u = sG_x dI \times (\text{divSigTable}[\text{Upper6digits}(sG_x)] \ll 32) \gg [\log(sG_x)] \quad (14.1)$$

[0652] [数117]

$$v = (sG_y dI - u \times sG_x) \times (\text{divSigTable}[\text{Upper6digits}(sG_y)] \ll 32) \gg [\log(sG_y)] \quad (14.2)$$

[0653] 上記の式(14.1)及び(14.2)における `Upper6digits` は、以下を表す。

[0654] [数118]

$$\text{Upper6digits}(Z) = (Z \ll 6) \gg [\log(Z)] \& 63 \quad (14.3)$$

[0655] また、勾配画像は、複数の画素に対する勾配値を求めることで得られる。勾配値は、例えば、複数の画素に対して勾配フィルタを適用することによって導出されてもよい。勾配フィルタのタップ数を多くすることで、勾配値の精度が向上し、予測画像の精度が高くなり、符号化効率が上がる可能性がある。

[0656] 一方で、画素位置毎に処理が行われるため、処理が行われる画素位置が多い場合、演算量が多くなる。よって、勾配フィルタとして2タップのフィル

タが用いられてもよい。すなわち、勾配値は、勾配値の算出対象画素の上下又は左右の2画素の差分値であってもよい。あるいは、勾配値は、勾配値の算出対象画素と、勾配値の算出対象画素に隣接する画素（具体的には上、下、左又は右などの画素）との差分値であってもよい。これにより、タップ数が多い場合に比べて、処理量が低下する可能性がある。

[0657] なお、勾配値が算出される複数の画素は、複数の整数画素であってもよいし、小数画素を含んでいてもよい。

[0658] また、例えば、上記の説明において、水平勾配値及び垂直勾配を求めるフィルタの例として、 $[-1, 0, 1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタが用いられているが、 $[1, 0, -1]$ のフィルタ係数セットを有するフィルタ等が用いられてもよい。

[0659] [構成及び処理の代表例]

上記に示された符号化装置100及び復号装置200の構成及び処理の代表例を以下に示す。この代表例は、主に上記の第5具体例及び第7具体例等に対応する。

[0660] 図54は、符号化装置100が行う動作を示すフローチャートである。例えば、符号化装置100は、回路、及び、回路に接続されたメモリを備える。符号化装置100が備える回路及びメモリは、図40に示されるプロセッサa1及びメモリa2に対応していてもよい。符号化装置100の回路は、動作において、以下を行う。

[0661] 例えば、符号化装置100の回路は、各相対的画素位置について、第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出する(S3101)。

[0662] ここで、第1範囲は、カレントブロックの第1参照ブロックを含み、第2範囲は、カレントブロックの第2参照ブロックを含む。各相対的画素位置は、第1範囲及び第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる画素位置であり、第1範囲及び第2範囲のそれぞれにおける画素位置である。

- [0663] また、第1範囲及び第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる画素位置は、第1範囲及び第2範囲の両方に対して相対的に同じように定められる画素位置を意味する。例えば、1つの水平勾配和絶対値を求める際、第1範囲及び第2範囲において相対的に同じ画素位置の水平勾配値が用いられる。具体的には、例えば、第1範囲における最も左上位置の画素位置の水平勾配値と、第2範囲における最も左上位置の画素位置の水平勾配値とを用いて、1つの水平勾配和絶対値が導出される。
- [0664] そして、符号化装置100の回路は、複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配和絶対値の総和を第1パラメータとして導出する（S3102）。
- [0665] また、符号化装置100の回路は、各相対的画素位置について、第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出する（S3103）。
- [0666] そして、符号化装置100の回路は、複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第2パラメータとして導出する（S3104）。
- [0667] また、符号化装置100の回路は、各相対的画素位置について、第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、第2範囲における当該相対的画素位置の画素値との差である画素差分値を導出する（S3105）。例えば、この際、符号化装置100の回路は、各相対的画素位置について、第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、第2範囲における当該相対的画素位置の画素値とのうち、一方から他方を差し引くことで、正負符号付きの画素差分値を導出する。
- [0668] そして、符号化装置100の回路は、各相対的画素位置について、水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された画素差分値の正負符号を反転又は維持して、水平対応画素差分値を導出する（S3106）。ここで、各相対的画素位置について、水平勾配和は、第1範囲にお

ける当該相対的画素位置の水平勾配値と、第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である。水平対応画素差分値は、水平勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された画素差分値である。

[0669] そして、符号化装置100の回路は、複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第3パラメータとして導出する(S3107)。

[0670] また、符号化装置100の回路は、各相対的画素位置について、垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された画素差分値の正負符号を反転又は維持して、垂直対応画素差分値を導出する(S3108)。ここで、各相対的画素位置について、垂直勾配和は、第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である。垂直対応画素差分値は、垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された画素差分値である。

[0671] そして、符号化装置100の回路は、複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出する(S3109)。

[0672] また、符号化装置100の回路は、各相対的画素位置について、垂直勾配和の正負符号によって、水平勾配和の正負符号を反転又は維持して、垂直対応水平勾配和を導出する(S3110)。ここで、垂直対応水平勾配和は、垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された水平勾配和である。

[0673] そして、符号化装置100の回路は、複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出する(S3111)。

[0674] そして、符号化装置100の回路は、第1パラメータ、第2パラメータ、第3パラメータ、第4パラメータ及び第5パラメータを用いて、カレントブロックの符号化に用いられる予測画像を生成する(S3112)。

[0675] これにより、画素位置毎に行われる演算において演算量が大きい実質的な

乗算が削減される可能性があり、予測画像を生成するための複数のパラメータが低演算量で導出される可能性がある。したがって、符号化における処理量が削減される可能性がある。また、水平勾配値に相関するパラメータと、垂直勾配値に相関するパラメータと、水平勾配値及び垂直勾配値の両方に相関するパラメータとを含む複数のパラメータに基づいて、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0676] また、例えば、符号化装置100の回路は、上述された式(11.1)によって第1パラメータを導出し、上述された式(11.2)によって第2パラメータを導出してもよい。また、符号化装置100の回路は、上述された式(11.3)によって第3パラメータを導出し、上述された式(11.4)によって第4パラメータを導出してもよい。また、符号化装置100の回路は、上述された式(11.5)によって第5パラメータを導出してもよい。

[0677] ここで、 Ω は、複数の相対的画素位置の集合を表し、 $[i, j]$ は、各相対的画素位置を表す。また、各相対的画素位置について、 l_x^0 は、第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値を表し、 l_x^1 は、第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値を表す。また、各相対的画素位置について、 l_y^0 は、第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値を表し、 l_y^1 は、第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値を表す。

[0678] また、各相対的画素位置について、 l^0 は、第1範囲における当該相対的画素位置の画素値を表し、 l^1 は、第2範囲における当該相対的画素位置の画素値を表す。また、 $abs(l_x^1 + l_x^0)$ は、 $l_x^1 + l_x^0$ の絶対値を表し、 $sign(l_x^1 + l_x^0)$ は、 $l_x^1 + l_x^0$ の正負符号を表し、 $abs(l_y^1 + l_y^0)$ は、 $l_y^1 + l_y^0$ の絶対値を表し、 $sign(l_y^1 + l_y^0)$ は、 $l_y^1 + l_y^0$ の正負符号を表す。

[0679] これにより、画素値、水平勾配値及び垂直勾配値を用いて、複数のパラメータが低演算量で導出される可能性がある。

[0680] また、例えば、符号化装置100の回路は、第3パラメータを第1パラメ

ータで割ることで第6パラメータを導出してもよい。また、符号化装置100の回路は、第4パラメータから、第5パラメータと第6パラメータとの積を引いて、第2パラメータで割ることで第7パラメータを導出してもよい。そして、符号化装置100の回路は、第6パラメータ及び第7パラメータを用いて、予測画像を生成してもよい。

[0681] これにより、複数のパラメータが、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータに適切に集約される可能性がある。水平方向に対応するパラメータには、水平勾配値に相関するパラメータが適切に取り込まれる可能性がある。垂直方向に対応するパラメータには、垂直勾配値に相関するパラメータと、水平勾配値及び垂直勾配値の両方に相関するパラメータと、水平方向に対応するパラメータとが、適切に取り込まれる可能性がある。そして、この2つのパラメータを用いて、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0682] また、例えば、符号化装置100の回路は、上述された式(10.8)によって第6パラメータを導出してもよい。また、符号化装置100の回路は、上述された式(10.9)によって第7パラメータを導出してもよい。

[0683] ここで、 sG_x は、第1パラメータを表し、 sG_y は、第2パラメータを表し、 sG_{xd} は、第3パラメータを表し、 sG_{yd} は、第4パラメータを表し、 sG_{xy} は、第5パラメータを表し、 u は、第6パラメータを表す。 $Bits$ は、引数の二進対数を整数に切り上げることで得られる値を返す関数である。

[0684] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータが、低演算量で導出される可能性がある。

[0685] また、例えば、符号化装置100の回路は、第1画素値と第1水平勾配値と第1垂直勾配値と第2画素値と第2水平勾配値と第2垂直勾配値と第6パラメータと第7パラメータとを用いて、予測画素値を導出することにより、予測画像を生成してもよい。

[0686] ここで、予測画素値は、カレントブロックに含まれる処理対象画素位置の予測画素値である。第1画素値は、第1参照ブロックにおいて処理対象画素

位置に対応する第1画素位置の画素値である。第1水平勾配値は、第1画素位置の水平勾配値である。第1垂直勾配値は、第1画素位置の垂直勾配値である。第2画素値は、第2参照ブロックにおいて処理対象画素位置に対応する第2画素位置の画素値である。第2水平勾配値は、第2画素位置の水平勾配値である。第2垂直勾配値は、第2画素位置の垂直勾配値である。

[0687] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等を用いて、予測画像が生成され、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータが、予測画像に適切に反映される可能性がある。

[0688] また、例えば、符号化装置100の回路は、第1画素値と、第2画素値と、第1補正值と、第2補正值との和を2で割ることにより、予測画素値を導出してもよい。ここで、第1補正值は、第1水平勾配値と第2水平勾配値との差と、第6パラメータとの積に対応し、第2補正值は、第1垂直勾配値と第2垂直勾配値との差と、第7パラメータとの積に対応する。

[0689] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等を用いて、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0690] また、例えば、符号化装置100の回路は、上述された式(10、10)によって予測画素値を導出してもよい。ここで、 I^0 は、第1画素値を表し、 I^1 は、第2画素値を表し、 u は、第6パラメータを表し、 I_x^0 は、第1水平勾配値を表し、 I_x^1 は、第2水平勾配値を表し、 v は、第7パラメータを表し、 I_y^0 は、第1垂直勾配値を表し、 I_y^1 は、第2垂直勾配値を表す。これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等に関連する式に従って、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0691] また、例えば、符号化装置100の回路は、第1パラメータ、第2パラメータ、第3パラメータ、第4パラメータ及び第5パラメータを用いて双方向オプティカルフローの1つ以上のパラメータを導出し、双方向オプティカルフローの1つ以上のパラメータ、及び、双方向オプティカルフローを用いて、予測画像を生成してもよい。これにより、符号化装置100は、予測画像を適切に生成することができる。

- [0692] 双方向オプティカルフローの1つ以上のパラメータは、上述された第6パラメータ及び第7パラメータのうち少なくとも1つであってもよい。
- [0693] なお、符号化装置100のインター予測部126が、符号化装置100の回路として、上述された動作を行ってもよい。
- [0694] 図55は、復号装置200が行う動作を示すフローチャートである。例えば、復号装置200は、回路、及び、回路に接続されたメモリを備える。復号装置200が備える回路及びメモリは、図46に示されるプロセッサb1及びメモリb2に対応していてもよい。復号装置200の回路は、動作において、以下を行う。
- [0695] 例えば、復号装置200の回路は、各相対的画素位置について、第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出する（S3201）。
- [0696] ここで、第1範囲は、カレントブロックの第1参照ブロックを含み、第2範囲は、カレントブロックの第2参照ブロックを含む。各相対的画素位置は、第1範囲及び第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる画素位置であり、第1範囲及び第2範囲のそれぞれにおける画素位置である。
- [0697] そして、復号装置200の回路は、複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配和絶対値の総和を第1パラメータとして導出する（S3202）。
- [0698] また、復号装置200の回路は、各相対的画素位置について、第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出する（S3203）。
- [0699] そして、復号装置200の回路は、複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第2パラメータとして導出する（S3204）。
- [0700] また、復号装置200の回路は、各相対的画素位置について、第1範囲に

における当該相対的画素位置の画素値と、第2範囲における当該相対的画素位置の画素値との差である画素差分値を導出する（S3205）。例えば、この際、復号装置200の回路は、各相対的画素位置について、第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、第2範囲における当該相対的画素位置の画素値とのうち、一方から他方を差し引くことで、正負符号付きの画素差分値を導出する。

[0701] そして、復号装置200の回路は、各相対的画素位置について、水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された画素差分値の正負符号を反転又は維持して、水平対応画素差分値を導出する（S3206）。ここで、各相対的画素位置について、水平勾配和は、第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である。水平対応画素差分値は、水平勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された画素差分値である。

[0702] そして、復号装置200の回路は、複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第3パラメータとして導出する（S3207）。

[0703] また、復号装置200の回路は、各相対的画素位置について、垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された画素差分値の正負符号を反転又は維持して、垂直対応画素差分値を導出する（S3208）。ここで、各相対的画素位置について、垂直勾配和は、第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である。垂直対応画素差分値は、垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された画素差分値である。

[0704] そして、復号装置200の回路は、複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出する（S3209）。

[0705] また、復号装置200の回路は、各相対的画素位置について、垂直勾配和の正負符号によって、水平勾配和の正負符号を反転又は維持して、垂直対応

水平勾配和を導出する（S3210）。ここで、垂直対応水平勾配和は、垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された水平勾配和である。

[0706] そして、復号装置200の回路は、複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出する（S3211）。

[0707] そして、復号装置200の回路は、第1パラメータ、第2パラメータ、第3パラメータ、第4パラメータ及び第5パラメータを用いて、カレントブロックの復号に用いられる予測画像を生成する（S3212）。

[0708] これにより、画素位置毎に行われる演算において演算量が大きい実質的な乗算が削減される可能性があり、予測画像を生成するための複数のパラメータが低演算量で導出される可能性がある。したがって、復号における処理量が削減される可能性がある。また、水平勾配値に相関するパラメータと、垂直勾配値に相関するパラメータと、水平勾配値及び垂直勾配値の両方に相関するパラメータとを含む複数のパラメータに基づいて、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0709] また、例えば、復号装置200の回路は、上述された式（11. 1）によって第1パラメータを導出し、上述された式（11. 2）によって第2パラメータを導出してもよい。また、復号装置200の回路は、上述された式（11. 3）によって第3パラメータを導出し、上述された式（11. 4）によって第4パラメータを導出してもよい。また、復号装置200の回路は、上述された式（11. 5）によって第5パラメータを導出してもよい。

[0710] ここで、 Ω は、複数の相対的画素位置の集合を表し、 $[i, j]$ は、各相対的画素位置を表す。また、各相対的画素位置について、 l_x^0 は、第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値を表し、 l_x^1 は、第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値を表す。また、各相対的画素位置について、 l_y^0 は、第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値を表し、 l_y^1 は、第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値を表す。

- [0711] また、各相対的画素位置について、 l^0 は、第1範囲における当該相対的画素位置の画素値を表し、 l^1 は、第2範囲における当該相対的画素位置の画素値を表す。また、 $abs(l_x^1 + l_x^0)$ は、 $l_x^1 + l_x^0$ の絶対値を表し、 $sign(l_x^1 + l_x^0)$ は、 $l_x^1 + l_x^0$ の正負符号を表し、 $abs(l_y^1 + l_y^0)$ は、 $l_y^1 + l_y^0$ の絶対値を表し、 $sign(l_y^1 + l_y^0)$ は、 $l_y^1 + l_y^0$ の正負符号を表す。
- [0712] これにより、画素値、水平勾配値及び垂直勾配値を用いて、複数のパラメータが低演算量で導出される可能性がある。
- [0713] また、例えば、復号装置200の回路は、第3パラメータを第1パラメータで割ることで第6パラメータを導出してもよい。また、復号装置200の回路は、第4パラメータから、第5パラメータと第6パラメータとの積を引いて、第2パラメータで割ることで第7パラメータを導出してもよい。そして、復号装置200の回路は、第6パラメータ及び第7パラメータを用いて、予測画像を生成してもよい。
- [0714] これにより、複数のパラメータが、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータに適切に集約される可能性がある。水平方向に対応するパラメータには、水平勾配値に相関するパラメータが適切に取り込まれる可能性がある。垂直方向に対応するパラメータには、垂直勾配値に相関するパラメータと、水平勾配値及び垂直勾配値の両方に相関するパラメータと、水平方向に対応するパラメータとが、適切に取り込まれる可能性がある。そして、この2つのパラメータを用いて、予測画像が適切に生成される可能性がある。
- [0715] また、例えば、復号装置200の回路は、上述された式(10.8)によって第6パラメータを導出してもよい。また、復号装置200の回路は、上述された式(10.9)によって第7パラメータを導出してもよい。
- [0716] ここで、 sG_x は、第1パラメータを表し、 sG_y は、第2パラメータを表し、 sG_{xd} は、第3パラメータを表し、 sG_{yd} は、第4パラメータを表し、 sG_{xy} は、第5パラメータを表し、 u は、第6パラメータを表す。 $Bits$ は、引数の二進対数を整数に切り上げることで得られる値を返す関

数である。

[0717] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータが、低演算量で導出される可能性がある。

[0718] また、例えば、復号装置200の回路は、第1画素値と第1水平勾配値と第1垂直勾配値と第2画素値と第2水平勾配値と第2垂直勾配値と第6パラメータと第7パラメータとを用いて、予測画素値を導出することにより、予測画像を生成してもよい。

[0719] ここで、予測画素値は、カレントブロックに含まれる処理対象画素位置の予測画素値である。第1画素値は、第1参照ブロックにおいて処理対象画素位置に対応する第1画素位置の画素値である。第1水平勾配値は、第1画素位置の水平勾配値である。第1垂直勾配値は、第1画素位置の垂直勾配値である。第2画素値は、第2参照ブロックにおいて処理対象画素位置に対応する第2画素位置の画素値である。第2水平勾配値は、第2画素位置の水平勾配値である。第2垂直勾配値は、第2画素位置の垂直勾配値である。

[0720] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等を用いて、予測画像が生成され、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータが、予測画像に適切に反映される可能性がある。

[0721] また、例えば、復号装置200の回路は、第1画素値と、第2画素値と、第1補正值と、第2補正值との和を2で割ることにより、予測画素値を導出してもよい。ここで、第1補正值は、第1水平勾配値と第2水平勾配値との差と、第6パラメータとの積に対応し、第2補正值は、第1垂直勾配値と第2垂直勾配値との差と、第7パラメータとの積に対応する。

[0722] これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等を用いて、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0723] また、例えば、復号装置200の回路は、上述された式(10、10)によって予測画素値を導出してもよい。ここで、 I^0 は、第1画素値を表し、 I^1 は、第2画素値を表し、 u は、第6パラメータを表し、 I_x^0 は、第1水平勾配値を表し、 I_x^1 は、第2水平勾配値を表し、 v は、第7パラメータを表し

、 I_y^0 は、第1垂直勾配値を表し、 I_y^1 は、第2垂直勾配値を表す。これにより、水平方向及び垂直方向に対応する2つのパラメータ等に関連する式に従って、予測画像が適切に生成される可能性がある。

[0724] また、例えば、復号装置200の回路は、第1パラメータ、第2パラメータ、第3パラメータ、第4パラメータ及び第5パラメータを用いて双方向オプティカルフローの1つ以上のパラメータを導出し、双方向オプティカルフローの1つ以上のパラメータ、及び、双方向オプティカルフローを用いて、予測画像を生成してもよい。これにより、復号装置200は、予測画像を適切に生成することができる。

[0725] 双方向オプティカルフローの1つ以上のパラメータは、上述された第6パラメータ及び第7パラメータのうち少なくとも1つであってもよい。

[0726] なお、復号装置200のインター予測部218が、復号装置200の回路として、上述された動作を行ってもよい。

[0727] [その他の例]

上述された各例における符号化装置100及び復号装置200は、それぞれ、画像符号化装置及び画像復号装置として利用されてもよいし、動画画像符号化装置及び動画画像復号装置として利用されてもよい。

[0728] あるいは、符号化装置100及び復号装置200のそれぞれは、予測装置として利用されてもよい。すなわち、符号化装置100及び復号装置200は、それぞれ、インター予測部126及びインター予測部218のみに対応していてもよい。そして、他の構成要素は、他の装置に含まれていてもよい。

[0729] また、上述された各例の少なくとも一部が、符号化方法として利用されてもよいし、復号方法として利用されてもよいし、予測方法として利用されてもよいし、その他の方法として利用されてもよい。

[0730] また、各構成要素は、専用のハードウェアで構成されるか、各構成要素に適したソフトウェアプログラムを実行することによって実現されてもよい。各構成要素は、CPU又はプロセッサなどのプログラム実行部が、ハードデ

ディスク又は半導体メモリなどの記録媒体に記録されたソフトウェアプログラムを読み出して実行することによって実現されてもよい。

[0731] 具体的には、符号化装置100及び復号装置200のそれぞれは、処理回路(Processing Circuitry)と、当該処理回路に電氣的に接続された、当該処理回路からアクセス可能な記憶装置(Storage)とを備えていてもよい。例えば、処理回路はプロセッサa1又はb1に対応し、記憶装置はメモリa2又はb2に対応する。

[0732] 処理回路は、専用のハードウェア及びプログラム実行部の少なくとも一方を含み、記憶装置を用いて処理を実行する。また、記憶装置は、処理回路がプログラム実行部を含む場合には、当該プログラム実行部により実行されるソフトウェアプログラムを記憶する。

[0733] ここで、上述された符号化装置100又は復号装置200などを実現するソフトウェアは、次のようなプログラムである。

[0734] 例えば、このプログラムは、コンピュータに、カレントブロックの第1参照ブロックを含む第1範囲、及び、前記カレントブロックの第2参照ブロックを含む第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる複数の画素位置であり、前記第1範囲及び前記第2範囲のそれぞれにおける複数の画素位置である複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配和絶対値の総和を第1パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第2パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の画素値

との差である画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記水平勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である水平対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第3パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である垂直対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記垂直勾配和の正負符号によって、前記水平勾配和の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記水平勾配和である垂直対応水平勾配和を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出し、前記第1パラメータ、前記第2パラメータ、前記第3パラメータ、前記第4パラメータ及び前記第5パラメータを用いて、前記カレントブロックの符号化に用いられる予測画像を生成する符号化方法を実行させてもよい。

[0735] また、例えば、このプログラムは、コンピュータに、カレントブロックの第1参照ブロックを含む第1範囲、及び、前記カレントブロックの第2参照ブロックを含む第2範囲の両方に対して共通かつ相対的に定められる複数の画素位置であり、前記第1範囲及び前記第2範囲のそれぞれにおける複数の画素位置である複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲に

における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和の絶対値である水平勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平勾配和絶対値の総和を第1パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和の絶対値である垂直勾配和絶対値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直勾配和絶対値の総和を第2パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の画素値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の画素値との差である画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の水平勾配値との和である水平勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記水平勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である水平対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の水平対応画素差分値の総和を第3パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記第1範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値と、前記第2範囲における当該相対的画素位置の垂直勾配値との和である垂直勾配和の正負符号によって、当該相対的画素位置について導出された前記画素差分値の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記画素差分値である垂直対応画素差分値を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応画素差分値の総和を第4パラメータとして導出し、前記複数の相対的画素位置のそれぞれについて、前記垂直勾配和の正負符号によって、前記水平勾配和の正負符号を反転又は維持し、前記垂直勾配和の正負符号によって正負符号が反転又は維持された前記水平勾配和である垂直対応水平勾

配和を導出し、前記複数の相対的画素位置についてそれぞれ導出された複数の垂直対応水平勾配和の総和を第5パラメータとして導出し、前記第1パラメータ、前記第2パラメータ、前記第3パラメータ、前記第4パラメータ及び前記第5パラメータを用いて、前記カレントブロックの復号に用いられる予測画像を生成する復号方法を実行させてもよい。

[0736] また、各構成要素は、上述の通り、回路であってもよい。これらの回路は、全体として1つの回路を構成してもよいし、それぞれ別々の回路であってもよい。また、各構成要素は、汎用的なプロセッサで実現されてもよいし、専用のプロセッサで実現されてもよい。

[0737] また、特定の構成要素が実行する処理を別の構成要素が実行してもよい。また、処理を実行する順番が変更されてもよいし、複数の処理が並行して実行されてもよい。また、符号化復号装置が、符号化装置100及び復号装置200を備えていてもよい。

[0738] また、説明に用いられた第1及び第2等の序数は、適宜、付け替えられてもよい。また、構成要素などに対して、序数が新たに与えられてもよいし、取り除かれてもよい。

[0739] 以上、符号化装置100及び復号装置200の態様について、複数の例に基づいて説明したが、符号化装置100及び復号装置200の態様は、これらの例に限定されるものではない。本開示の趣旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を各例に施したものや、異なる例における構成要素を組み合わせて構築される形態も、符号化装置100及び復号装置200の態様の範囲内に含まれてもよい。

[0740] ここで開示された1以上の態様を本開示における他の態様の少なくとも一部と組み合わせて実施してもよい。また、ここで開示された1以上の態様のフローチャートに記載の一部の処理、装置の一部の構成、シンタックスの一部などを他の態様と組み合わせて実施してもよい。

[0741] [実施及び応用]

以上の各実施の形態において、機能的又は作用的なブロックの各々は、通

常、MPU (micro processing unit) 及びメモリ等によって実現可能である。また、機能ブロックの各々による処理は、ROM等の記録媒体に記録されたソフトウェア（プログラム）を読み出して実行するプロセッサなどのプログラム実行部として実現されてもよい。当該ソフトウェアは、配布されてもよい。当該ソフトウェアは、半導体メモリなどの様々な記録媒体に記録されてもよい。なお、各機能ブロックをハードウェア（専用回路）によって実現することも可能である。ハードウェア及びソフトウェアの様々な組み合わせが採用され得る。

[0742] 各実施の形態において説明した処理は、単一の装置（システム）を用いて集中処理することによって実現してもよく、又は、複数の装置を用いて分散処理することによって実現してもよい。また、上記プログラムを実行するプロセッサは、単数であってもよく、複数であってもよい。すなわち、集中処理を行ってもよく、又は分散処理を行ってもよい。

[0743] 本開示の態様は、以上の実施例に限定されることなく、種々の変更が可能であり、それらも本開示の態様の範囲内に包含される。

[0744] さらにここで、上記各実施の形態で示した動画像符号化方法（画像符号化方法）又は動画像復号化方法（画像復号方法）の応用例、及び、その応用例を実施する種々のシステムを説明する。このようなシステムは、画像符号化方法を用いた画像符号化装置、画像復号方法を用いた画像復号装置、又は、両方を備える画像符号化復号装置を有することを特徴としてもよい。このようなシステムの他の構成について、場合に応じて適切に変更することができる。

[0745] [使用例]

図56は、コンテンツ配信サービスを実現する適切なコンテンツ供給システムex100の全体構成を示す図である。通信サービスの提供エリアを所望の大きさに分割し、各セル内にそれぞれ、図示された例における固定無線局である基地局ex106、ex107、ex108、ex109、ex110が設置されている。

- [0746] このコンテンツ供給システム $e \times 100$ では、インターネット $e \times 101$ に、インターネットサービスプロバイダ $e \times 102$ 又は通信網 $e \times 104$ 、及び基地局 $e \times 106 \sim e \times 110$ を介して、コンピュータ $e \times 111$ 、ゲーム機 $e \times 112$ 、カメラ $e \times 113$ 、家電 $e \times 114$ 、及びスマートフォン $e \times 115$ などの各機器が接続される。当該コンテンツ供給システム $e \times 100$ は、上記のいずれかの装置を組合せて接続するようにしてもよい。種々の実施において、基地局 $e \times 106 \sim e \times 110$ を介さずに、各機器が電話網又は近距離無線等を介して直接的又は間接的に相互に接続されていてもよい。さらに、ストリーミングサーバ $e \times 103$ は、インターネット $e \times 101$ 等を介して、コンピュータ $e \times 111$ 、ゲーム機 $e \times 112$ 、カメラ $e \times 113$ 、家電 $e \times 114$ 、及びスマートフォン $e \times 115$ などの各機器と接続されてもよい。また、ストリーミングサーバ $e \times 103$ は、衛星 $e \times 116$ を介して、飛行機 $e \times 117$ 内のホットスポット内の端末等と接続されてもよい。
- [0747] なお、基地局 $e \times 106 \sim e \times 110$ の代わりに、無線アクセスポイント又はホットスポット等が用いられてもよい。また、ストリーミングサーバ $e \times 103$ は、インターネット $e \times 101$ 又はインターネットサービスプロバイダ $e \times 102$ を介さずに直接通信網 $e \times 104$ と接続されてもよいし、衛星 $e \times 116$ を介さずに直接飛行機 $e \times 117$ と接続されてもよい。
- [0748] カメラ $e \times 113$ はデジタルカメラ等の静止画撮影、及び動画撮影が可能な機器である。また、スマートフォン $e \times 115$ は、2 G、3 G、3.9 G、4 G、そして今後は5 Gと呼ばれる移動通信システムの方式に対応したスマートフォン機、携帯電話機、又はPHS (Personal Handy-phone System) 等である。
- [0749] 家電 $e \times 114$ は、冷蔵庫、又は家庭用燃料電池コージェネレーションシステムに含まれる機器等である。
- [0750] コンテンツ供給システム $e \times 100$ では、撮影機能を有する端末が基地局 $e \times 106$ 等を通じてストリーミングサーバ $e \times 103$ に接続されることで

、ライブ配信等が可能になる。ライブ配信では、端末（コンピュータ e x 1 1 1、ゲーム機 e x 1 1 2、カメラ e x 1 1 3、家電 e x 1 1 4、スマートフォン e x 1 1 5、及び飛行機 e x 1 1 7 内の端末等）は、ユーザが当該端末を用いて撮影した静止画又は動画コンテンツに対して上記各実施の形態で説明した符号化処理を行ってもよく、符号化により得られた映像データと、映像に対応する音を符号化した音データと多重化してもよく、得られたデータをストリーミングサーバ e x 1 0 3 に送信してもよい。即ち、各端末は、本開示の一態様に係る画像符号化装置として機能する。

[0751] 一方、ストリーミングサーバ e x 1 0 3 は要求のあったクライアントに対して送信されたコンテンツデータをストリーム配信する。クライアントは、上記符号化処理されたデータを復号化することが可能な、コンピュータ e x 1 1 1、ゲーム機 e x 1 1 2、カメラ e x 1 1 3、家電 e x 1 1 4、スマートフォン e x 1 1 5、又は飛行機 e x 1 1 7 内の端末等である。配信されたデータを受信した各機器は、受信したデータを復号化処理して再生してもよい。即ち、各機器は、本開示の一態様に係る画像復号装置として機能してもよい。

[0752] [分散処理]

また、ストリーミングサーバ e x 1 0 3 は複数のサーバ又は複数のコンピュータであって、データを分散して処理したり記録したり配信するものであってもよい。例えば、ストリーミングサーバ e x 1 0 3 は、CDN（C o n t e n t s D e l i v e r y N e t w o r k）により実現され、世界中に分散された多数のエッジサーバとエッジサーバ間をつなぐネットワークによりコンテンツ配信が実現されていてもよい。CDNでは、クライアントに応じて物理的に近いエッジサーバが動的に割り当てられ得る。そして、当該エッジサーバにコンテンツがキャッシュ及び配信されることで遅延を減らすことができる。また、いくつかのタイプのエラーが発生した場合又はトラフィックの増加などにより通信状態が変わる場合に複数のエッジサーバで処理を分散したり、他のエッジサーバに配信主体を切り替えたり、障害が生じた

ネットワークの部分を迂回して配信を続けることができるので、高速かつ安定した配信が実現できる。

[0753] また、配信自体の分散処理にとどまらず、撮影したデータの符号化処理を各端末で行ってもよいし、サーバ側で行ってもよいし、互いに分担して行ってもよい。一例として、一般に符号化処理では、処理ループが2度行われる。1度目のループでフレーム又はシーン単位での画像の複雑さ、又は、符号量が検出される。また、2度目のループでは画質を維持して符号化効率を向上させる処理が行われる。例えば、端末が1度目の符号化処理を行い、コンテンツを受け取ったサーバ側が2度目の符号化処理を行うことで、各端末での処理負荷を減らしつつもコンテンツの質と効率を向上させることができる。この場合、ほぼリアルタイムで受信して復号する要求があれば、端末が行った一度目の符号化済みデータを他の端末で受信して再生することもできるので、より柔軟なリアルタイム配信も可能になる。

[0754] 他の例として、カメラ $e \times 113$ 等は、画像から特徴量（特徴又は特性の量）を抽出し、特徴量に関するデータをメタデータとして圧縮してサーバに送信する。サーバは、例えば特徴量からオブジェクトの重要性を判断して量子化精度を切り替えるなど、画像の意味（又は内容の重要性）に応じた圧縮を行う。特徴量データはサーバでの再度の圧縮時の動きベクトル予測の精度及び効率向上に特に有効である。また、端末でVLC（可変長符号化）などの簡易的な符号化を行い、サーバでCABC（コンテキスト適応型二値算術符号化方式）など処理負荷の大きな符号化を行ってもよい。

[0755] さらに他の例として、スタジアム、ショッピングモール、又は工場などにおいては、複数の端末によりほぼ同一のシーンが撮影された複数の映像データが存在する場合がある。この場合には、撮影を行った複数の端末と、必要に応じて撮影をしていない他の端末及びサーバを用いて、例えばGOP（Group of Picture）単位、ピクチャ単位、又はピクチャを分割したタイル単位などで符号化処理をそれぞれ割り当てて分散処理を行う。これにより、遅延を減らし、よりリアルタイム性を実現できる。

[0756] 複数の映像データはほぼ同一シーンであるため、各端末で撮影された映像データを互いに参照し合えるように、サーバで管理及び／又は指示をしてもよい。また、各端末からの符号化済みデータを、サーバが受信し複数のデータ間で参照関係を変更、又はピクチャ自体を補正或いは差し替えて符号化しなおしてもよい。これにより、一つ一つのデータの質と効率を高めたストリームを生成できる。

[0757] さらに、サーバは、映像データの符号化方式を変更するトランスコードを行ったうえで映像データを配信してもよい。例えば、サーバは、MPEG系の符号化方式をVP系（例えばVP9）に変換してもよいし、H.264をH.265に変換等してもよい。

[0758] このように、符号化処理は、端末、又は1以上のサーバにより行うことが可能である。よって、以下では、処理を行う主体として「サーバ」又は「端末」等の記載を用いるが、サーバで行われる処理の一部又は全てが端末で行われてもよいし、端末で行われる処理の一部又は全てがサーバで行われてもよい。また、これらに関しては、復号処理についても同様である。

[0759] [3D、マルチアングル]

互いにほぼ同期した複数のカメラex113及び／又はスマートフォンex115などの端末により撮影された異なるシーン、又は、同一シーンを異なるアングルから撮影した画像或いは映像を統合して利用することが増えてきている。各端末で撮影した映像は、別途取得した端末間の相対的な位置関係、又は、映像に含まれる特徴点が一致する領域などに基づいて統合され得る。

[0760] サーバは、2次元の動画像を符号化するだけでなく、動画像のシーン解析などに基づいて自動的に、又は、ユーザが指定した時刻において、静止画を符号化し、受信端末に送信してもよい。サーバは、さらに、撮影端末間の相対的な位置関係を取得できる場合には、2次元の動画像だけでなく、同一シーンが異なるアングルから撮影された映像に基づき、当該シーンの3次元形状を生成できる。サーバは、ポイントクラウドなどにより生成した3次元の

データを別途符号化してもよいし、3次元データを用いて人物又はオブジェクトを認識或いは追跡した結果に基づいて、受信端末に送信する映像を、複数の端末で撮影した映像から、選択、又は、再構成して生成してもよい。

[0761] このようにして、ユーザは、各撮影端末に対応する各映像を任意に選択してシーンを楽しむこともできるし、複数画像又は映像を用いて再構成された3次元データから選択視点の映像を切り出したコンテンツを楽しむこともできる。さらに、映像と共に、音も複数の相異なるアングルから収録され、サーバは、特定のアングル又は空間からの音に対応する映像と多重化して、多重化された映像と音とを送信してもよい。

[0762] また、近年ではVirtual Reality (VR) 及びAugmented Reality (AR) など、現実世界と仮想世界とを対応付けたコンテンツも普及してきている。VRの画像の場合、サーバは、右目用及び左目用の視点画像をそれぞれ作成し、Multi-View Coding (MVC) などにより各視点映像間で参照を許容する符号化を行ってもよいし、互いに参照せずに別ストリームとして符号化してもよい。別ストリームの復号時には、ユーザの視点に応じて仮想的な3次元空間が再現されるように互いに同期させて再生するとよい。

[0763] ARの画像の場合には、サーバは、現実空間のカメラ情報に、仮想空間上の仮想物体情報を、3次元的位置又はユーザの視点の動きに基づいて重畳してもよい。復号装置は、仮想物体情報及び3次元データを取得又は保持し、ユーザの視点の動きに応じて2次元画像を生成し、スムーズにつなげることで重畳データを作成してもよい。または、復号装置は仮想物体情報の依頼に加えてユーザの視点の動きをサーバに送信してもよい。サーバは、サーバに保持される3次元データから受信した視点の動きに合わせて重畳データを作成し、重畳データを符号化して復号装置に配信してもよい。なお、重畳データは、典型的には、RGB以外に透過度を示す α 値を有し、サーバは、3次元データから作成されたオブジェクト以外の部分の α 値が0などに設定し、当該部分が透過する状態で、符号化してもよい。もしくは、サーバは、クロ

マキーのように所定の値のRGB値を背景に設定し、オブジェクト以外の部分は背景色にしたデータを生成してもよい。所定の値のRGB値は、予め定められていてもよい。

[0764] 同様に配信されたデータの復号処理はクライアント（例えば、端末）で行っても、サーバ側で行ってもよいし、互いに分担して行ってもよい。一例として、ある端末が、一旦サーバに受信リクエストを送り、そのリクエストに応じたコンテンツを他の端末で受信し復号処理を行い、ディスプレイを有する装置に復号済みの信号が送信されてもよい。通信可能な端末自体の性能によらず処理を分散して適切なコンテンツを選択することで画質のよいデータを再生することができる。また、他の例として大きなサイズの画像データをTV等で受信しつつ、鑑賞者の個人端末にピクチャが分割されたタイルなど一部の領域が復号されて表示されてもよい。これにより、全体像を共有化しつつ、自身の担当分野又はより詳細に確認したい領域を手元で確認することができる。

[0765] 屋内外の近距離、中距離、又は長距離の無線通信が複数使用可能な状況下で、MPEG-DASHなどの配信システム規格を利用して、シームレスにコンテンツを受信することが可能かもしれない。ユーザは、ユーザの端末、屋内外に配置されたディスプレイなどの復号装置又は表示装置を自由に選択しながらリアルタイムで切り替えてもよい。また、自身の位置情報などを用いて、復号する端末及び表示する端末を切り替えながら復号を行うことができる。これにより、ユーザが目的地へ移動している間に、表示可能なデバイスが埋め込まれた隣の建物の壁面又は地面の一部に情報をマップ及び表示することが可能になる。また、符号化データが受信端末から短時間でアクセスできるサーバにキャッシュされている、又は、コンテンツ・デリバリー・サービスにおけるエッジサーバにコピーされている、などの、ネットワーク上での符号化データへのアクセス容易性に基づいて、受信データのビットレートを切り替えることも可能である。

[0766] [スケーラブル符号化]

コンテンツの切り替えに関して、図57に示す、上記各実施の形態で示した動画像符号化方法を応用して圧縮符号化されたスケーラブルなストリームを用いて説明する。サーバは、個別のストリームとして内容は同じで質の異なるストリームを複数有していても構わないが、図示するようにレイヤに分けて符号化を行うことで実現される時間的／空間的スケーラブルなストリームの特徴を活かして、コンテンツを切り替える構成であってもよい。つまり、復号側が性能という内的要因と通信帯域の状態などの外的要因とに応じてどのレイヤを復号するかを決定することで、復号側は、低解像度のコンテンツと高解像度のコンテンツとを自由に切り替えて復号できる。例えばユーザーが移動中にスマートフォンで視聴していた映像の続きを、例えば帰宅後にインターネットTV等の機器で視聴したい場合には、当該機器は、同じストリームを異なるレイヤまで復号すればよいので、サーバ側の負担を軽減できる。

[0767] さらに、上記のように、レイヤ毎にピクチャが符号化されており、ベースレイヤの上位のエンハンスメントレイヤでスケーラビリティを実現する構成以外に、エンハンスメントレイヤが画像の統計情報などに基づくメタ情報を含んでいてもよい。復号側が、メタ情報に基づきベースレイヤのピクチャを超解像することで高画質化したコンテンツを生成してもよい。超解像は、解像度を維持及び／又は拡大しつつ、SN比を向上してもよい。メタ情報は、超解像処理に用いるような線形或いは非線形のフィルタ係数を特定するための情報、又は、超解像処理に用いるフィルタ処理、機械学習或いは最小2乗演算におけるパラメータ値を特定する情報などを含む。

[0768] または、画像内のオブジェクトなどの意味合いに応じてピクチャがタイル等に分割される構成が提供されてもよい。復号側が、復号するタイルを選択することで一部の領域だけを復号する。さらに、オブジェクトの属性（人物、車、ボールなど）と映像内の位置（同一画像における座標位置など）とをメタ情報として格納することで、復号側は、メタ情報に基づいて所望のオブジェクトの位置を特定し、そのオブジェクトを含むタイルを決定できる。例

例えば、図58に示すように、メタ情報は、HEVCにおけるSEI (supplemental enhancement information) メッセージなど、画素データとは異なるデータ格納構造を用いて格納されてもよい。このメタ情報は、例えば、メインオブジェクトの位置、サイズ、又は色彩などを示す。

[0769] ストリーム、シーケンス又はランダムアクセス単位など、複数のピクチャから構成される単位でメタ情報が格納されてもよい。復号側は、特定人物が映像内に出現する時刻などを取得でき、ピクチャ単位の情報と時間情報を合わせることで、オブジェクトが存在するピクチャを特定でき、ピクチャ内でのオブジェクトの位置を決定できる。

[0770] [Webページの最適化]

図59は、コンピュータex111等におけるwebページの表示画面例を示す図である。図60は、スマートフォンex115等におけるwebページの表示画面例を示す図である。図59及び図60に示すようにwebページが、画像コンテンツへのリンクであるリンク画像を複数含む場合があり、閲覧するデバイスによってその見え方は異なってもよい。画面上に複数のリンク画像が見える場合には、ユーザが明示的にリンク画像を選択するまで、又は画面の中央付近にリンク画像が近付く或いはリンク画像の全体が画面内に入るまで、表示装置（復号装置）は、リンク画像として各コンテンツが有する静止画又はIピクチャを表示してもよいし、複数の静止画又はIピクチャ等でgifアニメのような映像を表示してもよいし、ベースレイヤのみを受信し、映像を復号及び表示してもよい。

[0771] ユーザによりリンク画像が選択された場合、表示装置は、例えばベースレイヤを最優先にしつつ復号を行う。なお、webページを構成するHTMLにスケーラブルなコンテンツであることを示す情報があれば、表示装置は、エンハンスメントレイヤまで復号してもよい。さらに、リアルタイム性を担保するために、選択される前又は通信帯域が非常に厳しい場合には、表示装置は、前方参照のピクチャ（Iピクチャ、Pピクチャ、前方参照のみのBピ

クチャ)のみを復号及び表示することで、先頭ピクチャの復号時刻と表示時刻との間の遅延(コンテンツの復号開始から表示開始までの遅延)を低減できる。またさらに、表示装置は、ピクチャの参照関係を取って無視して、全てのBピクチャ及びPピクチャを前方参照にして粗く復号し、時間が経ち受信したピクチャが増えるにつれて正常の復号を行ってもよい。

[0772] [自動走行]

また、車の自動走行又は走行支援のため2次元又は3次元の地図情報などのような静止画又は映像データを送受信する場合、受信端末は、1以上のレイヤに属する画像データに加えて、メタ情報として天候又は工事の情報なども受信し、これらに対応付けて復号してもよい。なお、メタ情報は、レイヤに属してもよいし、単に画像データと多重化されてもよい。

[0773] この場合、受信端末を含む車、ドローン又は飛行機などが移動するため、受信端末は、当該受信端末の位置情報を送信することで、基地局 $e \times 106 \sim e \times 110$ を切り替えながらシームレスな受信及び復号の実行を実現できる。また、受信端末は、ユーザの選択、ユーザの状況及び/又は通信帯域の状態に応じて、メタ情報をどの程度受信するか、又は地図情報をどの程度更新していくかを動的に切り替えることが可能になる。

[0774] コンテンツ供給システム $e \times 100$ では、ユーザが送信した符号化された情報をリアルタイムでクライアントが受信して復号し、再生することができる。

[0775] [個人コンテンツの配信]

また、コンテンツ供給システム $e \times 100$ では、映像配信業者による高画質で長時間のコンテンツのみならず、個人による低画質で短時間のコンテンツのユニキャスト、又はマルチキャスト配信が可能である。このような個人のコンテンツは今後も増加していくと考えられる。個人コンテンツをより優れたコンテンツにするために、サーバは、編集処理を行ってから符号化処理を行ってもよい。これは、例えば、以下のような構成を用いて実現できる。

[0776] 撮影時にリアルタイム又は蓄積して撮影後に、サーバは、原画データ又は

符号化済みデータから撮影エラー、シーン探索、意味の解析、及びオブジェクト検出などの認識処理を行う。そして、サーバは、認識結果に基づいて手動又は自動で、ピントずれ又は手ブレなどを補正したり、明度が他のピクチャに比べて低い又は焦点が合っていないシーンなどの重要性の低いシーンを削除したり、オブジェクトのエッジを強調したり、色合いを変化させるなどの編集を行う。サーバは、編集結果に基づいて編集後のデータを符号化する。また撮影時刻が長すぎると視聴率が下がることも知られており、サーバは、撮影時間に応じて特定の時間範囲内のコンテンツになるように上記のように重要性が低いシーンのみならず動きが少ないシーンなどを、画像処理結果に基づき自動でクリップしてもよい。または、サーバは、シーンの意味解析の結果に基づいてダイジェストを生成して符号化してもよい。

[0777] 個人コンテンツには、そのままでは著作権、著作者人格権、又は肖像権等の侵害となるものが写り込んでいるケースもあり、共有する範囲が意図した範囲を超えてしまうなど個人にとって不都合な場合もある。よって、例えば、サーバは、画面の周辺部の人の顔、又は家の中などを取って焦点が合わない画像に変更して符号化してもよい。さらに、サーバは、符号化対象画像内に、予め登録した人物とは異なる人物の顔が映っているかどうかを認識し、映っている場合には、顔の部分にモザイクをかけるなどの処理を行ってもよい。または、符号化の前処理又は後処理として、著作権などの観点からユーザが画像を加工したい人物又は背景領域を指定してもよい。サーバは、指定された領域を別の映像に置き換える、又は焦点をぼかすなどの処理を行ってもよい。人物であれば、動画像において人物をトラッキングして、人物の顔の部分の映像を置き換えることができる。

[0778] データ量の小さい個人コンテンツの視聴はリアルタイム性の要求が強いため、帯域幅にもよるが、復号装置は、まずベースレイヤを最優先で受信して復号及び再生を行ってもよい。復号装置は、この間にエンハンスメントレイヤを受信し、再生がループされる場合など2回以上再生される場合に、エンハンスメントレイヤも含めて高画質の映像を再生してもよい。このようにス

ケーラブルな符号化が行われているストリームであれば、未選択時又は見始めた段階では粗い動画だが、徐々にストリームがスマートになり画像がよくなるような体験を提供することができる。スケーラブル符号化以外にも、1回目に再生される粗いストリームと、1回目の動画を参照して符号化される2回目のストリームとが1つのストリームとして構成されていても同様の体験を提供できる。

[0779] [その他の実施応用例]

また、これらの符号化又は復号処理は、一般的に各端末が有するLSI *ex 500*において処理される。LSI (*large scale integration circuitry*) *ex 500* (図56参照) は、ワンチップであっても複数チップからなる構成であってもよい。なお、動画像符号化又は復号用のソフトウェアをコンピュータ *ex 111* 等で読み取り可能な何らかの記録メディア (CD-ROM、フレキシブルディスク、又はハードディスクなど) に組み込み、そのソフトウェアを用いて符号化又は復号処理を行ってもよい。さらに、スマートフォン *ex 115* がカメラ付きである場合には、そのカメラで取得した動画データを送信してもよい。このときの動画データはスマートフォン *ex 115* が有するLSI *ex 500* で符号化処理されたデータであってもよい。

[0780] なお、LSI *ex 500* は、アプリケーションソフトをダウンロードしてアクティベートする構成であってもよい。この場合、端末は、まず、当該端末がコンテンツの符号化方式に対応しているか、又は、特定サービスの実行能力を有するかを判定する。端末がコンテンツの符号化方式に対応していない場合、又は、特定サービスの実行能力を有さない場合、端末は、コーデック又はアプリケーションソフトをダウンロードし、その後、コンテンツ取得及び再生してもよい。

[0781] また、インターネット *ex 101* を介したコンテンツ供給システム *ex 100* に限らず、デジタル放送用システムにも上記各実施の形態の少なくとも動画像符号化装置 (画像符号化装置) 又は動画像復号化装置 (画像復号装置

) のいずれかを組み込むことができる。衛星などを利用して放送用の電波に映像と音が多重化された多重化データを載せて送受信するため、コンテンツ供給システム $e \times 100$ のユニキャストがし易い構成に対してマルチキャスト向きであるという違いがあるが符号化処理及び復号処理に関しては同様の応用が可能である。

[0782] [ハードウェア構成]

図 6 1 は、図 5 6 に示されたスマートフォン $e \times 115$ のさらに詳細を示す図である。また、図 6 2 は、スマートフォン $e \times 115$ の構成例を示す図である。スマートフォン $e \times 115$ は、基地局 $e \times 110$ との間で電波を送受信するためのアンテナ $e \times 450$ と、映像及び静止画を撮ることが可能なカメラ部 $e \times 465$ と、カメラ部 $e \times 465$ で撮像した映像、及びアンテナ $e \times 450$ で受信した映像等が復号されたデータを表示する表示部 $e \times 458$ とを備える。スマートフォン $e \times 115$ は、さらに、タッチパネル等である操作部 $e \times 466$ と、音声又は音響を出力するためのスピーカ等である音声出力部 $e \times 457$ と、音声を入力するためのマイク等である音声入力部 $e \times 456$ と、撮影した映像或いは静止画、録音した音声、受信した映像或いは静止画、メール等の符号化されたデータ、又は、復号化されたデータを保存可能なメモリ部 $e \times 467$ と、ユーザを特定し、ネットワークをはじめ各種データへのアクセスの認証をするための SIM $e \times 468$ とのインタフェース部であるスロット部 $e \times 464$ とを備える。なお、メモリ部 $e \times 467$ の代わりに外付けメモリが用いられてもよい。

[0783] 表示部 $e \times 458$ 及び操作部 $e \times 466$ 等を統括的に制御し得る主制御部 $e \times 460$ と、電源回路部 $e \times 461$ 、操作入力制御部 $e \times 462$ 、映像信号処理部 $e \times 455$ 、カメラインタフェース部 $e \times 463$ 、ディスプレイ制御部 $e \times 459$ 、変調／復調部 $e \times 452$ 、多重／分離部 $e \times 453$ 、音声信号処理部 $e \times 454$ 、スロット部 $e \times 464$ 、及びメモリ部 $e \times 467$ とが同期バス $e \times 470$ を介して接続されている。

[0784] 電源回路部 $e \times 461$ は、ユーザの操作により電源キーがオン状態にされ

ると、スマートフォン e x 1 1 5 を動作可能な状態に起動し、バッテリーパックから各部に対して電力を供給する。

[0785] スマートフォン e x 1 1 5 は、CPU、ROM及びRAM等を有する主制御部 e x 4 6 0 の制御に基づいて、通話及データ通信等の処理を行う。通話時は、音声入力部 e x 4 5 6 で收音した音声信号を音声信号処理部 e x 4 5 4 でデジタル音声信号に変換し、変調／復調部 e x 4 5 2 でスペクトラム拡散処理を施し、送信／受信部 e x 4 5 1 でデジタルアナログ変換処理及び周波数変換処理を施し、その結果の信号を、アンテナ e x 4 5 0 を介して送信する。また受信データを増幅して周波数変換処理及びアナログデジタル変換処理を施し、変調／復調部 e x 4 5 2 でスペクトラム逆拡散処理し、音声信号処理部 e x 4 5 4 でアナログ音声信号に変換した後、これを音声出力部 e x 4 5 7 から出力する。データ通信モード時は、本体部の操作部 e x 4 6 6 等の操作に基づいてテキスト、静止画、又は映像データが操作入力制御部 e x 4 6 2 を介して主制御部 e x 4 6 0 の制御下で送出され得る。同様の送受信処理が行われる。データ通信モード時に映像、静止画、又は映像と音声を送信する場合、映像信号処理部 e x 4 5 5 は、メモリ部 e x 4 6 7 に保存されている映像信号又はカメラ部 e x 4 6 5 から入力された映像信号を上記各実施の形態で示した動画像符号化方法によって圧縮符号化し、符号化された映像データを多重／分離部 e x 4 5 3 に送出する。音声信号処理部 e x 4 5 4 は、映像又は静止画をカメラ部 e x 4 6 5 で撮像中に音声入力部 e x 4 5 6 で收音した音声信号を符号化し、符号化された音声データを多重／分離部 e x 4 5 3 に送出する。多重／分離部 e x 4 5 3 は、符号化済み映像データと符号化済み音声データを所定の方式で多重化し、変調／復調部（変調／復調回路部） e x 4 5 2、及び送信／受信部 e x 4 5 1 で変調処理及び変換処理を施してアンテナ e x 4 5 0 を介して送信する。所定の方式は、予め定められていてもよい。

[0786] 電子メール又はチャットに添付された映像、又はウェブページにリンクされた映像を受信した場合等において、アンテナ e x 4 5 0 を介して受信され

た多重化データを復号するために、多重／分離部 e x 4 5 3 は、多重化データを分離することにより、多重化データを映像データのビットストリームと音声データのビットストリームとに分け、同期バス e x 4 7 0 を介して符号化された映像データを映像信号処理部 e x 4 5 5 に供給するとともに、符号化された音声データを音声信号処理部 e x 4 5 4 に供給する。映像信号処理部 e x 4 5 5 は、上記各実施の形態で示した動画像符号化方法に対応した動画像復号化方法によって映像信号を復号し、ディスプレイ制御部 e x 4 5 9 を介して表示部 e x 4 5 8 から、リンクされた動画像ファイルに含まれる映像又は静止画が表示される。音声信号処理部 e x 4 5 4 は、音声信号を復号し、音声出力部 e x 4 5 7 から音声が出力される。リアルタイムストリーミングがますます普及しだしているため、ユーザの状況によっては音声の再生が社会的にふさわしくないこともあり得る。そのため、初期値としては、音声信号は再生せず映像データのみを再生する構成の方が望ましく、ユーザが映像データをクリックするなど操作を行った場合にのみ音声を同期して再生してもよい。

[0787] またここではスマートフォン e x 1 1 5 を例に説明したが、端末としては符号化器及び復号化器を両方持つ送受信型端末の他に、符号化器のみを有する送信端末、及び、復号化器のみを有する受信端末という他の実装形式が考えられる。デジタル放送用システムにおいて、映像データに音声データが多重化された多重化データを受信又は送信するとして説明した。ただし、多重化データには、音声データ以外に映像に関連する文字データなどが多重化されてもよい。また、多重化データではなく映像データ自体が受信又は送信されてもよい。

[0788] なお、CPUを含む主制御部 e x 4 6 0 が符号化又は復号処理を制御するとして説明したが、種々の端末はGPUを備えることも多い。よって、CPUとGPUで共通化されたメモリ、又は共通に使用できるようにアドレスが管理されているメモリにより、GPUの性能を活かして広い領域を一括して処理する構成でもよい。これにより符号化時間を短縮でき、リアルタイム性

を確保し、低遅延を実現できる。特に動き探索、デブロックフィルタ、SAO (Sample Adaptive Offset)、及び変換・量子化の処理を、CPUではなく、GPUでピクチャなどの単位で一括して行うと効率的である。

産業上の利用可能性

[0789] 本開示は、例えば、テレビジョン受像機、デジタルビデオレコーダー、カーナビゲーション、携帯電話、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、テレビ会議システム、又は、電子ミラー等に利用可能である。

符号の説明

- [0790] 100 符号化装置
- 102 分割部
- 104 減算部
- 106 変換部
- 108 量子化部
- 110 エントロピー符号化部
- 112、204 逆量子化部
- 114、206 逆変換部
- 116、208 加算部
- 118、210 ブロックメモリ
- 120、212 ループフィルタ部
- 122、214 フレームメモリ
- 124、216 イントラ予測部
- 126、218 インター予測部
- 126a、a2、b2 メモリ
- 126b 補間画像導出部
- 126c 勾配画像導出部
- 126d オプティカルフロー導出部
- 126e 補正值導出部

1 2 6 f 予測画像補正部
1 2 8、2 2 0 予測制御部
2 0 0 復号装置
2 0 2 エントロピー復号部
1 2 0 1 境界判定部
1 2 0 2、1 2 0 4、1 2 0 6 スイッチ
1 2 0 3 フィルタ判定部
1 2 0 5 フィルタ処理部
1 2 0 7 フィルタ特性決定部
1 2 0 8 処理判定部
a 1、b 1 プロセッサ