

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-169762

(P2012-169762A)

(43) 公開日 平成24年9月6日(2012.9.6)

(51) Int.Cl.

H04N 7/30 (2006.01)
H04N 7/32 (2006.01)

F 1

H04N 7/133
H04N 7/137

テーマコード(参考)

5C159

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 50 頁)

(21) 出願番号
(22) 出願日特願2011-27385 (P2011-27385)
平成23年2月10日 (2011.2.10)(71) 出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南1丁目7番1号
(74) 代理人 100093241
弁理士 宮田 正昭
(74) 代理人 100101801
弁理士 山田 英治
(74) 代理人 100095496
弁理士 佐々木 榮二
(74) 代理人 100086531
弁理士 澤田 俊夫
(74) 代理人 110000763
特許業務法人大同特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置と画像復号化装置およびその方法とプログラム

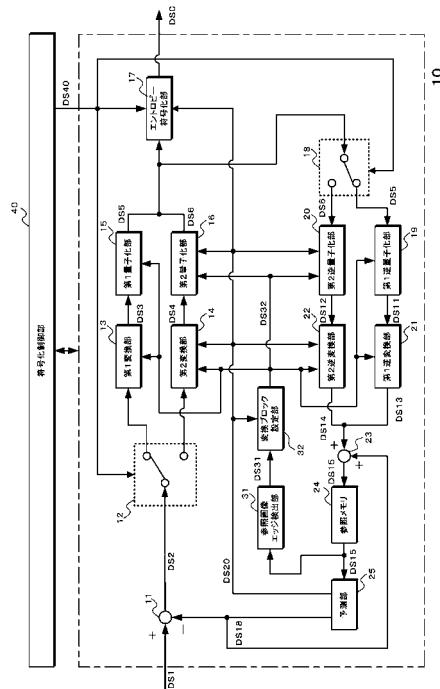
(57) 【要約】

【課題】主観画質および符号化効率を向上させる。

【解決手段】参照画像エッジ検出部は、符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行う。変換ブロック設定部32は、検出されたエッジがフレーム内予測モードの予測方向に連続すると推定して、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように符号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する。第1変換部13や第2量子化部14、第1量子化部15、第2量子化部16は、符号化効率の高い予測モードで変換ブロック毎に処理を行い符号化データを生成する。連続するエッジが複数の変換ブロックをまたいでしまうことを防止して主観画質を向上できる。また、エッジが含まれない変換ブロックを増加させることができると、エネルギー集中の効率化の効果を得ることができる。

【選択図】

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行うエッジ検出部と、

前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記符号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する変換ブロック設定部と、

前記変換ブロック毎の直交変換を含む処理を行い、符号化データを生成する符号化処理部と

を備える画像符号化装置。

10

【請求項 2】

前記変換ブロック設定部は、前記エッジ検出結果に基づき符号化対象ブロックにおけるエッジの連続性を推定して、該推定したエッジがブロック間の境界に含まないように分割処理を行い、前記変換ブロックを設定する請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 3】

前記変換ブロック設定部は、フレーム間予測またはフレーム内予測の予測モード毎に、前記変換ブロックの設定を行い、

前記符号化処理部は、前記予測モード毎に設定した変換ブロックで前記直交変換を含む処理を行ったときの符号化コストを比較して、最も符号化効率の高い予測モードを選択する請求項 2 記載の画像符号化装置。

20

【請求項 4】

前記エッジ検出部は、前記参照画像の画像信号として、前記符号化対象ブロックに隣接する符号化済みブロックの画像信号を用い、

前記変換ブロック設定部は、前記エッジ検出によって検出されたエッジが予測モードの予測方向に連続すると推定して、前記変換ブロックを設定する請求項 3 記載の画像符号化装置。

【請求項 5】

前記エッジ検出部は、前記参照画像の画像信号として、前記符号化対象ブロックに対して時間方向の符号化済み画像の画像信号を用いる請求項 3 記載の画像符号化装置。

30

【請求項 6】

前記符号化処理部は、前記選択した予測モードで符号化処理を行うことにより得られた符号化データに、該選択した予測モードを示す情報を含める請求項 3 記載の画像符号化装置。

【請求項 7】

前記符号化処理部は、前記選択した予測モードで符号化処理を行うことにより得られた符号化データに、該選択した予測モードで設定された変換ブロックを示す情報を含める請求項 3 記載の画像符号化装置。

【請求項 8】

前記変換ブロック設定部は、前記エッジ検出によってエッジの位置とエッジの方向が検出された場合、予測モードの予測方向と前記検出されたエッジの方向の信頼度を比較して、信頼度の高い方向にエッジが連続すると推定する請求項 2 記載の画像符号化装置。

40

【請求項 9】

前記エッジ検出部は、前記エッジ検出でエッジの強度を検出して、

前記変換ブロック設定部は、前記変換ブロック間の境界に含まないようにするエッジを、前記エッジの強度に応じて選択する請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 10】

符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行う工程と、

前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記符号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する工程と、

前記変換ブロック毎のブロック毎の直交変換を含む処理を行い、符号化データを生成す

50

る工程と
を含む画像符号化方法。

【請求項 1 1】

画像の符号化をコンピュータで実行させるプログラムであって、
符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行う手順と、
前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記符号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する手順と、
前記変換ブロック毎の直交変換を含む処理を行い、符号化データを生成する手順と
を実行させるプログラム。

【請求項 1 2】

符号化データから予測モード情報の抽出を行う情報抽出部と、
復号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行うエッジ検出部と、
前記予測モード情報と前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記復号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する変換ブロック設定部と、
前記変換ブロック毎の逆直交変換を含む処理を行い、画像信号を生成する復号化処理部と
を備える画像復号化装置。

【請求項 1 3】

前記変換ブロック設定部は、前記エッジ検出結果に基づき復号化対象ブロックにおけるエッジの連続性を推定して、該推定したエッジがブロック間の境界に含まないように分割処理を行い、前記変換ブロックを設定する請求項 1 2 記載の画像復号化装置。

【請求項 1 4】

前記エッジ検出部は、前記参照画像の画像信号として、前記復号化対象ブロックに隣接する復号化済みブロックの画像信号を用い、

前記変換ブロック設定部は、前記エッジ検出によって検出されたエッジが前記予測モード情報で示された予測モードの予測方向に連続すると推定して、前記変換ブロックを設定する請求項 1 3 記載の画像復号化装置。

【請求項 1 5】

前記エッジ検出部は、前記参照画像の画像信号として、前記復号化対象ブロックに対して時間方向の復号化済み画像の画像信号を用いる請求項 1 3 記載の画像復号化装置。

【請求項 1 6】

前記変換ブロック設定部は、前記エッジ検出によってエッジの位置とエッジの方向が検出された場合、予測モードの予測方向と前記検出されたエッジの方向の信頼度を比較して、信頼度の高い方向にエッジが連続すると推定する請求項 1 3 記載の画像復号化装置。

【請求項 1 7】

前記エッジ検出部は、前記エッジ検出でエッジの強度を検出して、
前記変換ブロック設定部は、前記変換ブロック間の境界に含まないようにするエッジを、前記エッジの強度に応じて選択する請求項 1 2 記載の画像復号化装置。

【請求項 1 8】

符号化データから予測モード情報の抽出を行う工程と、
復号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行う工程と、
前記予測モード情報と前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記復号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する工程と、
前記変換ブロック毎の逆直交変換を含む処理を行い、画像信号を生成する工程と
を含む画像復号化方法。

【請求項 1 9】

符号化データの復号化をコンピュータで実行させるプログラムであって、

10

20

30

40

50

前記符号化データから予測モード情報の抽出を行う手順と、
復号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行う手順と、
前記予測モード情報と前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記復号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する手順と、

前記変換ブロック毎の逆直交変換を含む処理を行い、画像信号を生成する手順と
とを実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この技術は、画像符号化装置と画像復号化装置およびその方法とプログラムに関する。
詳しくは、主観画質および符号化効率を向上できるようにする。

【背景技術】

【0002】

従来、静止画像や動画像は、データ量が多いため、伝送時や媒体への記録時に符号化することが一般的となっている。H.264/MPEG-4 AVC(以下H.264/AVCと呼ぶ)等の符号化方式では、直交変換として離散コサイン変換(Discrete Cosine Transform、以下DCT)/逆離散コサイン変換(Inverse Discrete Cosine Transform、以下IDCT)が行われている。DCT/IDCTは、水平方向と垂直方向に1次元DCT/IDCTを2回行うことで実現されている。これに対して、フレーム内予測(イントラ予測)の予測誤差にエッジがある場合、水平方向と垂直方向にDCTを行うよりも、エッジに沿った方向にDCTを行うことで、よりエネルギーの集中をさせることができる。

【0003】

例えば、特許文献1は、空間相関を利用するH.264/AVC方式のようなフレーム内予測を行う場合、予測方向と予測誤差の方向性は同一である可能性が高いため、フレーム内予測のモードに応じて直交変換を行う方向を決めている。このように直交変換を行う方向を決めることで、より高いエネルギーの集中を実現して符号化効率の向上がはかられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-272727号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、直交変換を行う場合、直交変換の方向とともに直交変換の単位である変換ブロックのブロックサイズもエネルギー集中の向上のために重要な要素である。ここで、複数の変換ブロックに連続したエッジがまたいでしまうと、その後の量子化によって、エッジがブロック境界で断続的となるような劣化が目立ちやすくなる。また、DCTは定常的な信号に対してエネルギーを集中させやすい特性を持つため、エッジが含まれている変換ブロックが多いと符号化効率が低下してしまう。

【0006】

そこで、本技術では、主観画質および符号化効率を向上させることができる画像符号化装置と画像復号化装置およびその方法とプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この技術の第1の側面は、符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行うエッジ検出部と、前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記符号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する変換ブロック設定部と、前記変換ブロック毎の直交変換を含む処理を行い、符号

化データを生成する符号化処理部とを備える画像符号化装置にある。

【0008】

この技術においては、符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジの位置やエッジの強度が検出される。このエッジ検出結果に基づき、符号化対象ブロックの分割処理を行うことで、直交変換等を行う変換ブロックが設定される。変換ブロックの設定では、符号化対象ブロックの分割後のブロックである変換ブロック間の境界に、エッジを含まないように行われる。また、エッジの強度に応じてエッジの優先度を決定して、優先度の高いエッジを含まれないように変換ブロックの設定が行われる。エッジの検出では、符号化対象ブロックに隣接する符号化済みブロックの画像が参照画像として用いられる。また、検出されたエッジがフレーム内予測モードの予測方向に連続すると推定して、変換ブロックが設定される。また、符号化効率の高い予測モードを選択して符号化処理が行われて、符号化処理を行うことにより得られた符号化データに、選択した予測モードを示す情報が含まれられる。また、設定された変換ブロックを示す情報が符号化データに含まれる。また、エッジの検出では、符号化対象ブロックに対して時間方向の符号化済み画像も用いられる。

10

【0009】

この技術の第2の側面は、符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行う工程と、前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記符号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する工程と、前記変換ブロック毎の直交変換を含む処理を行い、符号化データを生成する工程とを含む画像符号化方法にある。

20

【0010】

この技術の第3の側面は、画像の符号化をコンピュータで実行させるプログラムであって、符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行う手順と、前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記符号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する手順と、前記変換ブロック毎の直交変換を含む処理を行い、符号化データを生成する手順とを実行させるプログラムにある。

【0011】

この技術の第4の側面は、符号化データから予測モード情報の抽出を行う情報抽出部と、復号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出を行うエッジ検出部と、前記予測モード情報と前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記復号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する変換ブロック設定部と、前記変換ブロック毎の逆直交変換を含む処理を行い、画像信号を生成する復号化処理部とを備える画像復号化装置にある。

30

【0012】

この技術においては、符号化データから予測モード情報が抽出される。また、復号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出が行われて、エッジの位置や強度が検出される。このエッジ検出結果と抽出された予測モード情報に基づき、復号化対象ブロックの分割処理を行うことで、逆直交変換等を行う変換ブロックが設定される。変換ブロックの設定では、復号化対象ブロックの分割後のブロックである変換ブロック間の境界に、エッジが含まれないように行われる。また、エッジの強度に応じてエッジの優先度を決定して、優先度の高いエッジが含まれないようにする。エッジの検出では、復号化対象ブロックに隣接する復号化済みブロックの画像が参照画像として用いられる。また、検出されたエッジがフレーム内予測モードの予測方向に連続すると推定して、変換ブロックの設定が行われる。また、復号化対象ブロックに対して時間方向の復号化済み画像を参照画像として用いてエッジ検出が行われる。このようにして変換ブロックが設定されると、この設定された変換ブロック毎の逆直交変換を含む処理が行われて復号画像の生成が行われる。

40

【0013】

50

この技術の第5の側面は、符号化データから予測モード情報の抽出を行う工程と、復号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジの位置を検出する工程と、前記予測モード情報と前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記復号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する工程と、前記変換ブロック毎に逆変換処理を行う工程とを含む画像復号化方法にある。

【0014】

この技術の第6の側面は、符号化データの復号化をコンピュータで実行させるプログラムであって、前記符号化データから予測モード情報の抽出を行う手順と、復号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジの位置を検出する手順と、前記予測モード情報と前記エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように前記復号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックを設定する手順と、前記変換ブロック毎に逆変換処理を行う手順

10

とを実行させるプログラムにある。

【0015】

なお、本技術のプログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な汎用コンピュータ・システムに対して、コンピュータ可読な形式で提供する記憶媒体、通信媒体、例えば、光ディスクや磁気ディスク、半導体メモリなどの記憶媒体、あるいは、ネットワークなどの通信媒体によって提供可能なプログラムである。このようなプログラムをコンピュータ可読な形式で提供することにより、コンピュータ・システム上でプログラムに応じた処理が実現される。

20

【発明の効果】

【0016】

本技術によれば、符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジが検出される。このエッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように符号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックが設定される。また、変換ブロック毎に変換処理が行われて符号化データが生成される。符号化データを復号化処理する画像復号化装置では、復号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジが検出される。このエッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように復号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックが設定される。また、変換ブロック毎に逆変換処理が行われて復号画像の画像信号が生成される。

30

【0017】

このため、連続するエッジが複数の変換ブロックをまたいでしまうことが防止されて主観画質を向上できる。また、エッジが含まれない変換ブロックを増加させることができることで、エネルギー集中の効率化の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第1の実施の形態における画像符号化装置の構成を示す図である。

【図2】第1変換部と第1量子化部の構成を示す図である。

【図3】第2変換部の構成を示す図である。

【図4】第2量子化部の構成を示す図である。

40

【図5】第1逆変換部と第1逆量子化部の構成を示す図である。

【図6】第2逆変換部の構成を示す図である。

【図7】第2逆量子化部の構成を示す図である。

【図8】H.264/AVC方式におけるフレーム内予測のマクロブロックを示す図である。

【図9】サブブロックと隣接する画素信号の位置関係を説明するための図である。

【図10】フレーム内予測における4×4画素の予測モードを示す図である。

【図11】予測モード3の場合の1次元DCTを説明するための図である。

【図12】予測モード5の場合の1次元DCTを説明するための図である。

【図13】第1の実施の形態における画像符号化装置の動作を示すフローチャート(1/

50

2) である。

【図14】第1の実施の形態における画像符号化装置の動作を示すフローチャート(2/2)である。

【図15】参照画像エッジ検出部の動作を説明するための図である。

【図16】変換ブロック設定部の動作を説明するための図である。

【図17】変換ブロックを設定する手順を示したフローチャートである。

【図18】8×8画素のサブブロックが4つに分割されて変換ブロックが設定された場合を示した図である。

【図19】第1の実施の形態における画像復号化装置の構成を示す図である。

【図20】第1の実施の形態における画像復号化装置の動作を示すフローチャートである。

10

【図21】第2の実施の形態における画像符号化装置の構成を示す図である。

【図22】第2の実施の形態における画像復号化装置の構成を示す図である。

【図23】第2の実施の形態における画像復号化装置の動作を示すフローチャートである。

【図24】第3の実施の形態における画像符号化装置の構成を示す図である。

【図25】第3の実施の形態における画像符号化装置の動作を示すフローチャート(1/2)である。

【図26】第3の実施の形態における画像符号化装置の動作を示すフローチャート(2/2)である。

20

【図27】動き補償を用いたエッジ検出を説明するための図である。

【図28】第3の実施の形態における画像復号化装置の構成を示す図である。S示す図である。

【図29】第3の実施の形態における画像復号化装置の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本技術を実施するための形態について説明する。本技術では、フレーム内予測(イントラ予測)のモードに基づいて、エッジの連続性を考慮して直交変換の変換ブロックを設定することで、連続するエッジが複数の変換ブロックをまたぐことを防止して主観画質の向上をはかる。また、エッジが含まれない変換ブロックを増加させることによるエネルギー集中の向上をはかる。また、フレーム間予測(インター予測)においても本技術が適用可能であることを説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

30

1. 第1の実施の形態

- 1 - 1 画像符号化装置の構成
- 1 - 2 画像符号化装置の動作
- 1 - 3 画像復号化装置の構成
- 1 - 4 画像復号化装置の動作

2. 第2の実施の形態

- 2 - 1 画像符号化装置の構成
- 2 - 2 画像符号化装置の動作
- 2 - 3 画像復号化装置の構成
- 2 - 4 画像復号化装置の動作

3. 第3の実施の形態

- 3 - 1 画像符号化装置の構成
- 3 - 2 画像符号化装置の動作
- 3 - 3 画像復号化装置の構成
- 3 - 4 画像復号化装置の動作

40

【0020】

<1. 第1の実施の形態>

50

[1 - 1 . 画像符号化装置の構成]

図1は、第1の実施の形態における画像符号化装置の構成を示している。画像符号化装置10は、演算部11、処理選択スイッチ12、第1変換部13、第2変換部14、第1量子化部15、第2量子化部16、エントロピー符号化部17を備えている。また、画像符号化装置10は、処理選択スイッチ18、第1逆量子化部19、第2逆量子化部20、第1逆変換部21、第2逆変換部22、演算部23、参照メモリ24、予測部25を備えている。さらに、画像符号化装置10は、参照画像エッジ検出部31と変換ブロック設定部32、および符号化制御部40を備えている。

【 0 0 2 1 】

演算部11は、入力画像信号DS1から後述する予測部25で生成された予測画像信号DS18を減算することで、入力画像に対する予測画像の予測誤差を算出して、予測誤差を示す予測誤差信号DS2を処理選択スイッチ12へ出力する。 10

【 0 0 2 2 】

処理選択スイッチ12は、符号化制御部40から供給された変換情報DS40に基づいてスイッチ切り替えを行い、予測誤差信号DS2を第1量子化部15または第2量子化部16に出力する。

【 0 0 2 3 】

第1変換部13は、図2の(A)に示すように、水平垂直DCT部131を備えている。水平垂直DCT部131は、処理選択スイッチ12から供給された予測誤差信号DS2の水平垂直DCTを行う。また、水平垂直DCT部131は、後述する変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、水平垂直DCTを行う変換ブロックを設定する。水平垂直DCT部131は、水平垂直DCTを行うことにより得られた変換係数DS3を第1量子化部15に出力する。 20

【 0 0 2 4 】

第1量子化部15は、図2の(B)に示すように、水平垂直量子化部151を備えている。水平垂直量子化部151は、第1変換部13から出力された変換係数DS3の量子化を行う。また、水平垂直量子化部151は、量子化を行うことにより得られた量子化データDS5をエントロピー符号化部17と処理選択スイッチ18に出力する。

【 0 0 2 5 】

第2変換部14は、斜め方向の予測方向毎に設けたDCT部と、予測方向に対応したDCT部を選択するためのパターン選択スイッチを備えている。例えば、後述する図10を用いた説明のように、フレーム内予測モードにおいて、予測方向が斜め方向である予測モード3から予測モード8までの6つのモードが設けられているとする。この場合、第2変換部14は、図3に示すように、予測モード3の斜め方向に対応する第1斜め方向パターンDCT部141、・・・予測モード8の斜め方向に対応する第6斜め方向パターンDCT部146を備えている。また、第2変換部14は、予測モードに応じたDCT部を選択するためのパターン選択スイッチ140を備えている。 30

【 0 0 2 6 】

パターン選択スイッチ140は、処理選択スイッチ12から供給された予測誤差信号DS2を、後述する予測部25からの予測モード情報DS20に基づき、第1斜め方向パターンDCT部141～第6斜め方向パターンDCT部146のいずれかに供給する。例えば、パターン選択スイッチ140は、予測モード情報DS20が予測モード3であることを示している場合、予測モード3の斜め方向に対応する第1斜め方向パターンDCT部141に予測誤差信号DS2を供給する。また、パターン選択スイッチ140は、予測モード情報DS20が予測モード8であることを示している場合、予測モード8の斜め方向に対応する第6斜め方向パターンDCT部146に予測誤差信号DS2を供給する。 40

【 0 0 2 7 】

第1斜め方向パターンDCT部141は、パターン選択スイッチ140を介して供給された予測誤差信号DS2に対して予測方向に応じたDCTを行う。また、第1斜め方向パターンDCT部141は、後述する変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック

10

20

30

40

50

設定情報 D S 3 2 に基づき、D C T の変換ブロックを設定する。第 1 斜め方向パターン D C T 部 1 4 1 は、D C T を行うことにより得られた変換係数 D S 4 を第 2 量子化部 1 6 に出力する。また、第 2 斜め方向パターン D C T 部 1 4 2 ~ 第 6 斜め方向パターン D C T 部 1 4 6 も同様に、予測誤差信号 D S 2 に対して予測方向に応じた D C T を行い、得られた変換係数 D S 4 を第 2 量子化部 1 6 に出力する。このように、第 2 変換部 1 4 は、第 1 斜め方向パターン D C T 部 1 4 1 ~ 第 6 斜め方向パターン D C T 部 1 4 6 を予測モード情報 D S 2 0 に基づき選択的に用いて、変換ブロック設定情報 D S 3 2 に基づいた変換ブロック毎に予測モードに応じた D C T を行う。

【 0 0 2 8 】

第 2 量子化部 1 6 は、斜め方向の予測方向毎に設けた量子化部と、予測方向に対応した量子化部を選択するためのパターン選択スイッチを備えている。例えば、予測方向が斜め方向である予測モード 3 から予測モード 8 までの 6 つのモードが設けられているとする。この場合、第 2 量子化部 1 6 は、図 4 に示すように、予測モード 3 の斜め方向に対応する第 1 斜め方向パターン量子化部 1 6 1 、 · · · 、予測モード 8 の斜め方向に対応する第 6 斜め方向パターン量子化部 1 6 6 を備えている。また、第 2 量子化部 1 6 は、予測モードに応じた量子化部を選択するためのパターン選択スイッチ 1 6 0 を備えている。

【 0 0 2 9 】

パターン選択スイッチ 1 6 0 は、第 2 変換部 1 4 から供給された変換係数 D S 4 を、予測部 2 5 からの予測モード情報 D S 2 0 に基づき、第 1 斜め方向パターン量子化部 1 6 1 ~ 第 6 斜め方向パターン量子化部 1 6 6 のいずれかに供給する。例えば、パターン選択スイッチ 1 6 0 は、予測モード情報 D S 2 0 が予測モード 3 を示す場合、予測モード 3 に対応する第 1 斜め方向パターン量子化部 1 6 1 に、第 2 変換部 1 4 の第 1 斜め方向パターン D C T 部 1 4 1 で得られた変換係数 D S 4 を供給する。また、パターン選択スイッチ 1 6 0 は、予測モード情報 D S 2 0 が予測モード 8 を示す場合、予測モード 8 の斜め方向に対応する第 6 斜め方向パターン量子化部 1 6 6 に、第 2 変換部 1 4 の第 6 斜め方向パターン D C T 部 1 4 6 で得られた変換係数 D S 4 を供給する。

【 0 0 3 0 】

第 1 斜め方向パターン量子化部 1 6 1 は、第 2 変換部 1 4 の第 1 斜め方向パターン D C T 部 1 4 1 からパターン選択スイッチ 1 6 0 を介して供給された変換係数 D S 4 の量子化を行う。また、第 1 斜め方向パターン量子化部 1 6 1 は、後述する変換ブロック設定部 3 2 から供給された変換ブロック設定情報 D S 3 2 に基づき、変換ブロック毎の変換係数 D S 4 を量子化する。第 1 斜め方向パターン量子化部 1 6 1 は、量子化を行うことにより得られた量子化データ D S 6 をエントロピー符号化部 1 7 と処理選択スイッチ 1 8 に出力する。第 2 斜め方向パターン量子化部 1 6 2 ~ 第 6 斜め方向パターン量子化部 1 6 6 も同様に、予測方向に応じた D C T で得られた変換係数 D S 4 を、変換ブロック毎に量子化して、量子化データ D S 6 をエントロピー符号化部 1 7 と処理選択スイッチ 1 8 に出力する。このように、第 2 量子化部 1 6 は、第 2 変換部 1 4 で予測方向に応じて D C T が行われた変換係数を、予測方向毎に D C T のブロック毎に量子化する。

【 0 0 3 1 】

図 1 のエントロピー符号化部 1 7 は、第 1 量子化部 1 5 から供給された量子化データ D S 5 または第 2 量子化部 1 6 から供給された量子化データ D S 6 のエントロピー符号化を行う。また、エントロピー符号化部 1 7 は、後述する予測部 2 5 で生成された予測モード情報 D S 2 0 や符号化制御部 4 0 で生成された変換情報 D S 4 0 等のエントロピー符号化を行う。エントロピー符号化部 1 7 は、エントロピー符号化を行うことにより得られた符号化データ D S C を出力する。

【 0 0 3 2 】

処理選択スイッチ 1 8 は、符号化制御部 4 0 から供給された変換情報 D S 4 0 に基づいて逆変換方法の選択を行い、第 1 量子化部 1 5 からの量子化データ D S 5 を第 1 逆量子化部 1 9 、第 2 量子化部 1 6 からの量子化データ D S 6 を第 2 逆量子化部 2 0 に出力する。

【 0 0 3 3 】

10

20

30

40

50

第1逆量子化部19は、図5の(A)に示すように、水平垂直逆量子化部191を備えている。水平垂直逆量子化部191は、処理選択スイッチ18を介して供給された量子化データDS5の逆量子化を行う。また、水平垂直逆量子化部191は、変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、第1量子化部15と対応した変換ブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第1逆量子化部19は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数DS11を第1逆変換部21に出力する。

【0034】

第1逆変換部21は、図5の(B)に示すように、水平垂直逆DCT部211を備えている。水平垂直逆DCT部211は、第1逆量子化部19から供給された変換係数DS11に対して、第1変換部13における水平垂直方向のDCTに対応する水平垂直方向の逆DCTを行う。水平垂直逆DCT部211は、逆DCT変換を行うことにより得られた予測誤差信号DS13を演算部23に出力する。

10

【0035】

第2逆量子化部20は、第2量子化部16で行われた量子化に対応する逆量子化を行うように構成されている。例えば第2逆量子化部20は、図6に示すように、パターン選択スイッチ200と第1斜め方向パターン逆量子化部201～第6斜め方向パターン逆量子化部206を備えている。

【0036】

パターン選択スイッチ200は、処理選択スイッチ18を介して供給された量子化データDS6を、予測部25からの予測モード情報DS20に基づき、第1斜め方向パターン逆量子化部201～第6斜め方向パターン逆量子化部206のいずれかに供給する。例えば、パターン選択スイッチ200は、予測モード情報DS20が予測モード3を示している場合、予測モード3に対応する第1斜め方向パターン逆量子化部201に、第2量子化部16の第1斜め方向パターン量子化部161で得られた量子化データDS6を供給する。同様に、パターン選択スイッチ200は、予測モード情報DS20が予測モード8を示している場合、予測モード8に対応する第6斜め方向パターン逆量子化部206に、第2量子化部16の第6斜め方向パターン量子化部166で得られた量子化データDS6を供給する。

20

【0037】

第1斜め方向パターン逆量子化部201は、パターン選択スイッチ200を介して供給された量子化データDS6に対して、第2量子化部16における第1斜め方向パターン量子化部161の量子化に対応する逆量子化を行う。また、第1斜め方向パターン逆量子化部201は、変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、第2量子化部16と対応した変換ブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第1斜め方向パターン逆量子化部201は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数DS12を第2逆変換部22に出力する。また、第2斜め方向パターン逆量子化部202～第6斜め方向パターン逆量子化部206も同様に、供給された量子化データDS6の逆量子化を行い、得られた変換係数DS12を第2逆変換部22に出力する。このように、第2逆量子化部20は、第2量子化部16の量子化と対応させて逆量子化を行う。

30

【0038】

第2逆変換部22は、第2変換部14で行われたDCTに対応する逆DCTを行うように構成されている。例えば第2逆変換部22は、図7に示すように、パターン選択スイッチ220と第1斜め方向パターン逆DCT部221～第6斜め方向パターン逆DCT部226を備えている。

40

【0039】

パターン選択スイッチ220は、第2逆量子化部20から供給された変換係数DS12を、予測部25からの予測モード情報DS20に基づき、第1斜め方向パターン逆DCT部221～第6斜め方向パターン逆DCT部226のいずれかに供給する。例えば、パターン選択スイッチ220は、予測モード情報DS20が予測モード3を示している場合、予測モード3に対応する第1斜め方向パターン逆DCT部221に、第2逆量子化部20

50

の第1斜め方向パターン逆量子化部201で得られた変換係数DS12を供給する。同様に、パターン選択スイッチ200は、予測モード情報DS20が予測モード8を示している場合、予測モード8に対応する第6斜め方向パターン逆DCT部226に、第2逆量子化部20の第6斜め方向パターン逆量子化部206で得られた変換係数DS12を供給する。

【0040】

第1斜め方向パターン逆DCT部221は、パターン選択スイッチ220を介して供給された変換係数DS12に対して、第2変換部14における第1斜め方向パターンDCT部141のDCTに対応する逆DCTを行う。第1斜め方向パターン逆DCT部221は、変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、第2変換部14と対応した変換ブロック毎に変換係数の逆DCTを行う。第1斜め方向パターン逆DCT部221は、逆DCTを行うことにより得られた予測誤差信号DS14を演算部23に出力する。また、第1斜め方向パターン逆DCT部222～第1斜め方向パターン逆DCT部226も同様に、供給された変換係数DS12の逆量子化を行い、得られた予測誤差信号DS14を第2逆変換部22に出力する。このように、第2逆変換部22は、第2変換部14における予測方向に応じたDCTと対応する逆DCTを行う。

10

【0041】

演算部23は、第1逆変換部21から供給された予測誤差信号DS13、または第2逆変換部22から供給された予測誤差信号DS14に、予測部25で生成された予測画像信号DS18を加算して、参照画像信号DS15を生成する。演算部23は、生成した参照画像信号DS15を参照メモリ24に記憶させる。

20

【0042】

参照メモリ24に記憶されている参照画像信号DS15は、予測部25と参照画像エッジ検出部31に供給される。

【0043】

予測部25は、参照画像信号DS15を用いて予測モード毎にフレーム内予測を行う。また、予測部25は、符号化効率が最も高くなる予測モードを判別して、符号化効率が最も高くなる予測モードを示す予測モード情報DS20を生成する。予測部25は、生成した予測モード情報DS20を第2変換部14、第2量子化部16、第2逆量子化部20、第2逆変換部、および変換ブロック設定部32に出力する。さらに、予測部25は、符号化効率が最も高くなる予測モードで予測画像信号DS18を生成して、演算部11, 23に出力する。

30

【0044】

参照画像エッジ検出部31は、参照メモリ24に記憶されている符号化済み隣接ブロックの画像信号を用いてエッジ検出を行い、エッジの位置とエッジの強度（濃度変化の急峻さ）を示す指標DS31を変換ブロック設定部32に出力する。

【0045】

変換ブロック設定部32は、参照画像エッジ検出部31から供給された指標DS31と予測部25から供給された予測モード情報DS20に基づき、符号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性を推定する。変換ブロック設定部32は、推定結果から符号化対象のサブブロックの分割を行い、直交変換および量子化における変換ブロックを設定して、この設定した変換ブロックを示す変換ブロック設定情報DS32を生成する。変換ブロック設定部32は、生成した変換ブロック設定情報DS32を、第1変換部13、第2変換部14、第1量子化部15、第2量子化部16、第1逆量子化部19、第2逆量子化部20、第1逆変換部21、第2逆変換部22に出力する。

40

【0046】

符号化制御部40は、変換情報DS40を生成する。変換情報DS40は、直交変換に關して水平垂直DCTや水平垂直量子化を行う処理と、予測モード情報DS20が示す予測方向に沿って1次元DCTや量子化を行う処理のいずれかを選択するための情報である。符号化制御部40は、生成した変換情報DS40を処理選択スイッチ12、エントロピ

50

－符号化部 17，処理選択スイッチ 18 に出力する。

【0047】

[1 - 2 . 画像符号化装置の動作]

次に、画像符号化装置の動作について説明する。例えば H . 264 / AVC 方式のフレーム内予測における輝度信号においては、図 8 の (A) に示すように、符号化対象フレームに複数のマクロブロックが設けられている。図 8 の (B) は、16 個の 4×4 画素のサブブロックを持つマクロブロックを示している、図 8 の (C) は、4 個の 8×8 画素のサブブロックを持つマクロブロックを示している。図 8 の (D) は、1 個の 16×16 画素サブブロックを持つマクロブロックを示している。

【0048】

また、H . 264 / AVC 方式では、 16×16 画素のサブブロックについての予測モードとして、予測モード 0 ~ 予測モード 3 の 4 つモードが設定されている。また、 8×8 画素のサブブロックについての予測モードとして、予測モード 0 ~ 予測モード 8 の 9 つの予測モードが設定されている。さらに、 4×4 画素のサブブロックについての予測モードとして、予測モード 0 ~ 予測モード 8 の 9 つの予測モードが設定されている。

【0049】

図 9 は、例えば 4×4 画素のサブブロックに属する画素 a ~ p と、サブブロックの左側と左上側と上側と右上側に隣接するブロックにおいて、サブブロックと隣接する画素 A ~ M の位置関係を説明するための図である。

【0050】

図 10 は、フレーム内予測における 4×4 画素の予測モードを示している。なお、図 10 において矢印は予測方向を示している。図 10 の (A) は予測モード 0 (vertical) を示している。予測モード 0 は、垂直方向に隣接する参照画素 (reference pixel) A ~ D から予測値を生成するモードである。図 10 の (B) は予測モード 1 (horizontal) を示している。予測モード 1 は、矢印で示すように、水平方向に隣接する参照画素 I ~ L より予測値を生成するモードである。図 10 の (C) は予測モード 2 (DC) を示している。予測モード 2 は、13 個の参照画素 A ~ M のうち、このブロックの垂直方向および水平方向に隣接する参照画素 A ~ D および I ~ L より予測値を生成するモードである。

【0051】

図 10 の (D) は予測モード 3 (diagonal down-left) を示している。予測モード 3 は、13 個の参照画素 A ~ M のうち、水平方向に連続する参照画素 A ~ H より予測値を生成するモードである。図 10 の (E) は予測モード 4 (diagonal down-right) を示している。予測モード 4 は、13 個の参照画素 A ~ M のうち、当該ブロックに隣接する参照画素 A ~ D, I ~ M とにより予測値を生成するモードである。図 10 の (F) は予測モード 5 (vertical-right) を示している。予測モード 5 は、13 個の参照画素 A ~ M のうち、当該ブロックに隣接する参照画素 A ~ D, I ~ M とにより予測値を生成するモードである。

【0052】

図 10 の (G) は予測モード 6 (horizontal-down) を示している。予測モード 6 は、予測モード 4 および予測モード 5 と同様に、13 個の参照画素 A ~ M のうち、当該ブロックに隣接する参照画素 A ~ D, I ~ M により予測値を生成するモードである。図 10 の (H) は予測モード 7 (vertical-left) を示している。予測モード 7 は、13 個の参照画素 A ~ M のうち、当該ブロックの上方に隣接する 4 個の参照画素 A ~ D と、この 4 個の参照画素 A ~ D に続く 4 個の参照画素 E ~ G とにより予測値を生成するモードである。図 10 の (I) は予測モード 8 (horizontal-up) を示している。予測モード 8 は、13 個の参照画素 A ~ M のうち、当該ブロックの左方に隣接する 4 個の参照画素 I ~ L により予測値を生成するモードである。

【0053】

予測部 25 は、上述の各予測モードで予測画像信号 D S 18 を生成する。また、符号化制御部 40 は、予測部 25 で選択された予測モードに応じて変換情報 D S 40 を生成する。例えば直交変換に関して水平垂直 D C T や水平垂直量子化を行う処理と、予測モード情

10

20

30

40

50

報 D S 2 0 が示す予測方向に沿って 1 次元 D C T や量子化を行う処理のいずれかを選択するための情報である変換情報 D S 4 0 を生成する。

【 0 0 5 4 】

処理選択スイッチ 1 2 は、変換情報 D S 4 0 で水平垂直方向の予測モードであることが示された場合、水平垂直方向の D C T を行うように、予測誤差信号 D S 2 を第 1 変換部 1 3 に供給する。また、処理選択スイッチ 1 2 は、変換情報 D S 4 0 で斜め方向予測モードであることが示された場合、予測方向に沿って 1 次元 D C T を行うように、予測誤差信号 D S 2 を第 2 変換部 1 4 に供給する。

【 0 0 5 5 】

10 処理選択スイッチ 1 8 は、変換情報 D S 4 0 が水平垂直方向の予測モードであることを示す場合、水平垂直方向の D C T や量子化によって得られた量子化データに対して対応する逆量子化や逆変換を行うため、量子化データ D S 5 を第 1 逆量子化部 1 9 に供給する。処理選択スイッチ 1 8 は、変換情報 D S 4 0 が斜め方向予測モードであることが示す場合、斜め方向の 1 次元 D C T や量子化によって得られた量子化データに対して、対応する逆量子化や逆変換を行うため、量子化データ D S 6 を第 2 逆量子化部 2 0 に供給する。

【 0 0 5 6 】

ここで、符号化効率が最も高い予測モードの判定について説明する。予測部 2 5 は、各予測モードで符号化処理を行い、その結果得られた符号化コストが最小となる予測モードを最適モードと判定する。具体的には、式 (1) を用いて符号化コスト K を算出して、符号化コスト K が最小となる予測モードを最適モードとする。

$$K = S A D + \times O H \quad \dots \quad (1)$$

なお、差分誤差 S A D は、予測モードに規定された予測方法で生成された予測画像信号と入力画像信号との差分値の絶対値である。サイド情報 O H は、その予測モードを用いたときに必要となる種々の情報量である。係数 は、ラグランジュ乗数である。

【 0 0 5 7 】

また、最適モードの判定では、サイド情報と差分値の絶対値を用いる場合に限らず、モード情報のみ、予測誤差信号の絶対和のみを用いてモードを判定してもよいし、これらをアダマール変換したり、近似した値を利用したりしてもよい。また、入力画像のアクティビティを用いて符号化コスト K を求めるようにしてもよいし、量子化スケールを利用して符号化コストを求めるようにしてもよい。

30

【 0 0 5 8 】

符号化コスト K は、式 (2) を用いて算出することもできる。

$$K = D + \times R \quad \dots \quad (2)$$

なお、符号化歪 D は、入力画像信号と局部復号画像信号の二乗誤差を示す。符号量 R は、仮符号化によって見積もられた符号量である。また、係数 は、量子化パラメータに基づいて決定される定数である。

式 (2) を用いて符号化コストを算出する場合、画像符号化装置 1 0 は、モード毎にエンタロピー符号化と局部復号(逆量子化や逆変換処理を含む)が必要となる。したがって、回路規模は増大するが、正確な符号量と符号化歪を用いることが可能となり、符号化効率を高く維持することが可能である。

40

【 0 0 5 9 】

次に、予測方向に沿った 1 次元 D C T の方法について、H . 2 6 4 / A V C 方式で行われている D C T について説明する。4 × 4 画素のサブブロックに対して、入力画像信号を X 、変換行列を T とすると、変換係数 C は式 (3) に従って求められる。

【数1】

$$C = T \cdot X \cdot T^t \quad \dots \quad (3)$$

$$\text{ただし } T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{bmatrix}$$

10

【0060】

すなわち、入力画像信号に対して、変換行列 T を用いて、水平方向に 1 次元 DCT をかけた後、変換行列 T の転置行列 T^t を用いて、垂直方向に 1 次元 DCT をかけている。また、この演算は、 8×8 画素のサブブロックに対しても同様である。

【0061】

次に、H.264 / AVC 方式で定められているフレーム内予測の 9 種類の予測モード中から、予測モード 0 (vertical) と予測モード 1 (horizontal) および予測モード 2 (DC) の 3 種類を除いた 6 方向の予測モードについては、予測方向に沿った DCT を行う。

【0062】

以下、図 9 に示す 4×4 画素のサブブロックについて、予測方向に沿った DCT を行う場合を説明する。例えば予測モード 3 の場合、サブブロック内の画素を、予測方向に沿って、(a)、(b, e)、(c, f, i)、(d, g, j, m)、(h, k, n)、(l, o)、(p) の 7 組に画素をまとめること。

20

【0063】

図 11 の (A) は、1 次元 DCT を行う画素列の組み合わせを示している。変換係数を $F(u)$ とすると、 4×4 画素のブロックの対角線にある画素列 (d, g, j, m) に関しては、基底長 4 の 1 次元 DCT が行われる。

【0064】

式 (4) は基底長を「N」としたときの変換係数 $F(u)$ を示している。

【数2】

30

$$F(u) = \sqrt{\frac{2}{N}} C(u) \sum_{x=0}^{N-1} f(x) \cos \left\{ \frac{\pi(2x+1)u}{2N} \right\} \quad \dots \quad (4)$$

【0065】

画素列 (d, g, j, m) に関して変換係数 $F(u)$ を求める場合、基底長「 $N = 4$ 」、「 $f(0) = d, f(1) = g, f(2) = j, f(3) = m$ 」として、式 (4) の演算を行うことで、変換係数 $F(u)$ を求めることができる。

40

【0066】

画素列 (c, f, i) に関して変換係数 $F(u)$ を求める場合、基底長「 $N = 3$ 」、「 $f(0) = c, f(1) = f, f(2) = i$ 」として、式 (4) の演算を行うことで、変換係数 $F(u)$ を求めることができる。

【0067】

画素 (a) と画素列 (b, e) については、画素を折り返し結合して変換係数 $F(u)$ を求める。この場合、基底長「 $N = 3$ 」、「 $f(0) = b, f(1) = e, f(2) = a$ 」または「 $f(0) = e, f(1) = b, f(2) = a$ 」として、式 (4) の演算を行

50

うことで、変換係数 $F(u)$ を求めることができる。

【0068】

図11の(B)は、画素を折り返し結合せずに1次元DCTを行う場合を示している。画素列(d, g, j, m)、(e, f, i)に関しては図11の(A)と同様であるが、画素列(b, e)と画素(a)に関して、画素を折り返し結合せずそれぞれに対して1次元DCTを行う。すなわち、画素列(b, e)に関して変換係数 $F(u)$ を求める場合、基底長「 $N = 2$ 」、「 $f(0) = b, f(1) = e$ 」として、式(4)の演算を行うことで、変換係数 $F(u)$ を求めることができる。また、画素(a)に関して変換係数 $F(u)$ を求める場合、基底長「 $N = 1$ 」、「 $f(0) = a$ 」として、式(4)の演算を行うことで、変換係数 $F(u)$ を求めることができる。

10

【0069】

図11の(C)は、画素列(c, f, i)、(e, b)と画素(a)を全て折り返し結合して1次元DCTを行う場合を示している。画素列(d, g, j, m)に関しては図11の(A)と同様であるが、画素列(c, f, i)、(e, b)と画素(a)に関しては、各画素を折り返し結合させて1次元DCTを行う。すなわち、画素列(c, f, i, e, b, a)に関して変換係数 $F(u)$ を求める場合、基底長「 $N = 6$ 」、「 $f(0) = c, f(1) = f, f(2) = i, f(3) = e, f(4) = b, f(5) = a$ 」または「 $f(0) = i, f(1) = f, f(2) = c, f(3) = b, f(4) = e, f(5) = a$ 」として、式(4)の演算を行うことで、変換係数 $F(u)$ を求めることができる。なお、画素列(h, k, n)、(l, e)と画素(p)についても同様にして、変換係数 $F(u)$ を求めることができる。

20

【0070】

また、予測モード4の場合は、予測モード3の予測方向を左右反転したものと考えられるので、予測モード3の時と同様にしてDCT演算を行うことが可能である。

【0071】

次に、予測モード5～8に対応するDCT演算方法を説明する。予測モード5の場合、サブブロック内の画素を、予測方向に沿って、(a, e, j, n)、(b, f, k, o)、(c, g, l, p)、(i, m)、(d, h)の5組の画素列をまとめる。1次元DCTをかける画素列の組み合わせを図12の(A)に示す。画素列(a, e, j, n)に関して変換係数 $F(u)$ を求める場合、基底長「 $N = 4$ 」、「 $f(0) = a, f(1) = e, f(2) = j, f(3) = n$ 」として、式(4)の演算を行うことで、変換係数 $F(u)$ を求めることができる。また、画素列(b, f, k, o)、(c, g, l, p)に関しても同様に演算を行うことで変換係数 $F(u)$ を求めることができる。

30

【0072】

画素列(i, m)に関して変換係数 $F(u)$ を求める場合、基底長「 $N = 3$ 」、「 $f(0) = i, f(1) = m$ 」として、式(4)の演算を行うことで、変換係数 $F(u)$ を求めることができる。また、画素列(d, h)に関しても同様に演算を行うことで変換係数 $F(u)$ を求めることができる。

【0073】

また、予測モード5に対応したDCT演算の別の例として、画素を折り返し合わせて1次DCTを行う方法が考えられる。この時の1次元DCTをかける画素列の組み合わせを図12の(B)に示す。画素列(b, f, k, o)に関しては上述の1次元DCTと同様であるが、画素列(a, e, j, n)、(m, i)と画素列(p, l, g, c)、(d, h)に関しては、画素を折り返し結合して1次元DCTを行う。すなわち、画素列(a, e, j, n, m, i)に関して変換係数 $F(u)$ を求める場合、基底長「 $N = 6$ 」、「 $f(0) = a, f(1) = e, f(2) = j, f(3) = n, f(4) = m, f(5) = i$ 」として、式(4)の演算を行うことで、変換係数 $F(u)$ を求めることができる。また、画素列(p, l, g, c)、(d, h)に関しても同様に演算を行うことで変換係数 $F(u)$ を求めることができる。

40

【0074】

50

予測モード 6 ~ 8 の場合は、予測モード 5 の予測方向を回転または反転したものと考えられるので、予測モード 5 の時と同様にして D C T 演算を行うことが可能である。

【 0 0 7 5 】

また、符号化対象のサブブロックのブロックサイズは、 4×4 画素よりも小さいサイズのブロックや、 4×4 画素よりも大きいサイズのブロックをサブブロックとして符号化処理を行うことも可能である。また、D C T 演算は、実数 D C T 演算に限らず整数演算で D C T を行うことも可能である。

【 0 0 7 6 】

図 13, 図 14 は、第 1 の実施の形態における画像符号化装置 10 の動作を示すフローチャートである。なお、符号化処理では、図 10 に示す予測モード 0 ~ 予測モード 8 が設けられているとする。

10

【 0 0 7 7 】

ステップ S T 1 で画像符号化装置 10 は、入力画像を取得する。画像符号化装置 10 は、入力画像信号 D S 1 を取得して、マクロブロック毎またはマクロブロックペア毎に符号化を開始する。

【 0 0 7 8 】

ステップ S T 2 で画像符号化装置 10 は、サブブロックに関する初期化を行う。画像符号化装置 10 は、サブブロックのインデックス sub_blk を初期化して「sub_blk = 0」とし、同時に最大サブブロック数 MAX_SUB_BLK をセットしてステップ S T 3 に進む。

20

【 0 0 7 9 】

ステップ S T 3 で画像符号化装置 10 は、サブブロックのインデックス sub_blk が最大サブブロック数 MAX_SUB_BLK より小さいか判別する。画像符号化装置 10 は、サブブロックのインデックス sub_blk が最大サブブロック数 MAX_SUB_BLK より小さい場合、マクロブロック内のサブブロックにまだ符号化していないサブブロックが存在することからステップ S T 4 に進む。画像符号化装置 10 は、サブブロックのインデックス sub_blk が最大サブブロック数 MAX_SUB_BLK より小さくない場合、マクロブロック内のサブブロックに符号化していないサブブロックは存在しないことからステップ S T 2 2 に進む。

【 0 0 8 0 】

ステップ S T 4 で画像符号化装置 10 は、予測モードに関する初期化を行う。画像符号化装置 10 は、予測モードのインデックス mode_idx を初期化して「mode_idx = 0」とし、選択されうる最大モード数 MAX_MODE をセットする。例えば、予測モード 0 ~ 予測モード 8 の 9 つの予測モードが設けられている場合、「MAX_MODE = 9」とする。なお、予測モードのインデックス mode_idx = 0 は予測モード 0 に対応する。同様に、インデックス mode_idx = 1 ~ 8 は予測モード 1 ~ 予測モード 8 に対応する。

30

【 0 0 8 1 】

ステップ S T 5 で画像符号化装置 10 は、予測モードのインデックス mode_idx が最大モード数 MAX_MODE よりも小さいか判別する。画像符号化装置 10 は、予測モードのインデックス mode_idx が最大モード数 MAX_MODE よりも小さい場合、全てのフレーム内予測モードが試されていないことからステップ S T 6 に進む。画像符号化装置 10 は、予測モードのインデックス mode_idx が最大モード数 MAX_MODE よりも小さくない場合、全てのフレーム内予測モードが試されたことからステップ S T 2 1 に進む。

40

【 0 0 8 2 】

ステップ S T 6 で画像符号化装置 10 は変換情報 trans_idx をセットする。画像符号化装置 10 は、予測モードのインデックス mode_idx の値に応じて変換情報 trans_idx をセットする。画像符号化装置 10 は、予測モードのインデックス mode_idx が斜め方向予測モード（予測モード 3 ~ 予測モード 8）を示している場合、変換情報 trans_idx を「trans_idx = 0」にセットしてステップ S T 7 に進む。また、画像符号化装置 10 は、非斜め方向の予測モード（予測モード 0 ~ 予測モード 2）を示している場合、変換情報 trans_idx を「trans_idx = 1」にセットしてステップ S T 7 に進む。

50

【 0 0 8 3 】

ステップＳＴ7で画像符号化装置10は、インデックスmode_idxの予測モードで予測画像信号を生成する。画像符号化装置10は、インデックスmode_idxで示された予測モードの予測画像信号を、参照画像の画像信号を用いて生成してステップＳＴ8に進む。

【0084】

ステップＳＴ8で画像符号化装置10は、予測誤差信号を生成する。画像符号化装置10は、生成されたインデックスmode_idxの予測モードの予測画像信号ＤＳ18と入力画像信号ＤＳ1との差分を算出することで、予測誤差信号ＤＳ2を生成してステップＳＴ9に進む。

【0085】

ステップＳＴ9で画像符号化装置10は、エッジ検出を行う。画像符号化装置10は、記憶されている参照画像の画像信号（符号化済み隣接ブロックの画像信号）を用いてエッジ検出を行い、エッジの位置とエッジの強度を示す指標ＤＳ31を生成してステップＳＴ10に進む。

10

【0086】

ステップＳＴ10で画像符号化装置10は、変換ブロックを設定する。画像符号化装置10は、エッジの位置とエッジの強度を示す指標ＤＳ31およびインデックスmode_idxで示される予測モードの方向に基づいて、符号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性を推定する。さらに、画像符号化装置10は、推定結果に基づき変換ブロックを設定して変換ブロック設定情報ＤＳ32の生成を行いステップＳＴ11に進む。

20

【0087】

ステップＳＴ11で画像符号化装置10は、予測モードのインデックスmode_idxが、斜め方向予測モードのモード番号のうち最小値である斜め方向予測モードの最小モード番号mode_directionよりも小さいか、または変換情報が「trans_idx = 1」かどうかを判別する。画像符号化装置10は、予測モードのインデックスmode_idxが最小モード番号mode_directionよりも小さい場合、または変換情報「trans_idx = 1」の場合の少なくともいずれかの場合にステップＳＴ12に進む。また、画像符号化装置10は、他の場合にステップＳＴ14に進む。

20

【0088】

ステップＳＴ12で画像符号化装置10は、水平垂直ＤＣＴを行いステップＳＴ13に進む。ステップＳＴ13で画像符号化装置10は、水平垂直量子化を行いステップＳＴ16に進む。画像符号化装置10は、例えば処理選択スイッチ12を第1変換部13側に切り替えて、第1変換部13と第1量子化部15を用いてＤＣＴと量子化を行う。

30

【0089】

ステップＳＴ14で画像符号化装置10は、斜め方向パターンＤＣＴを行いステップＳＴ15に進む。ステップＳＴ15で画像符号化装置10は、斜め方向パターン量子化を行いステップＳＴ16に進む。画像符号化装置10は、例えば処理選択スイッチ12を第2変換部14側に切り替える。また、画像符号化装置10は、第2変換部14のパターン選択スイッチ140と第2量子化部16のパターン選択スイッチ160を予測モードのインデックスmode_idxに従って切り替える。画像符号化装置10は、インデックスmode_idxに従ってスイッチを切り替えることで、予測方向に対応した斜め方向パターンＤＣＴ部と斜め方向パターン量子化部を用いてＤＣＴと量子化を行う。

40

【0090】

ステップＳＴ16で画像符号化装置10は、エントロピー符号化を行う。画像符号化装置10は、量子化データＤＳ5, DＳ6と予測モード情報ＤＳ20および変換情報ＤＳ40をエントロピー符号化してステップＳＴ17に進む。

40

【0091】

ステップＳＴ17で画像符号化装置10は、予測モードの符号化コストを保存する。画像符号化装置10は、上述のようにコスト値Kの算出を行い、算出したコスト値Kを保存してステップＳＴ18に進む。

【0092】

50

ステップST18で画像符号化装置10は、変換情報trans_idxが「trans_idx = 0」であるか判別する。画像符号化装置10は、変換情報trans_idxが「trans_idx = 0」である場合、ステップST19に進み、変換情報trans_idxが「trans_idx = 0」でない場合、ステップST20に進む。

【0093】

ステップST19で画像符号化装置10は、変換情報trans_idxに「1」を加算して、新たな変換情報trans_idxとしてステップST11に戻る。

【0094】

ステップST20で画像符号化装置10は、予測モードのインデックスmode_idxに「1」を加算して、新たな変換情報trans_idxに「1」を加算して、新たなインデックスmode_idxとしてステップST5に戻る。

【0095】

以下同様にしてステップST5からの処理を繰り返すことで、サブブロックについて可能な全ての予測モードで符号化コストを算出する。

【0096】

その後、画像符号化装置10は、ステップST5で予測モードのインデックスmode_idxが最大モード数MAX_MODE以下でないと判定するとステップST21に進む。ステップST21で画像符号化装置10は、サブブロックのインデックスsub_blkに「1」を加算して、新たなインデックスsub_blkとしてステップST3に戻る。

【0097】

また、画像符号化装置10は、ステップST3でサブブロックのインデックスsub_blkが最大モード数MAX_MODE以下でないと判定してステップST22に進むと、サブブロック毎の最適モードのデータをロードする。画像符号化装置10は、サブブロック毎に求められた各モードの符号化コストを比較し、各サブブロックにおける最適モードのデータをロードしてステップST23に進む。また、画像符号化装置10は、最適モードを示す予測モード情報DS20を生成する。

【0098】

ステップST23で画像符号化装置10は、最適モードで符号化を行った符号化データをマクロブロックで多重化して送出する。また、画像符号化装置10は、符号化データに予測モード情報DS20すなわち最適モードのインデックスmode_idxと変換情報DS40すなわち変換情報trans_idxをエントロピー符号化して符号化データに含める。

【0099】

次に、参照画像エッジ検出部31の動作について図15を用いて説明する。図15の(A)は、符号化対象のサブブロックサイズが 16×16 画素である場合を示している。同図中の斜線で示している個所は、参照メモリ24に記憶されている符号化済み隣接ブロックの垂直1ライン、水平1ラインの信号である。参照画像エッジ検出部31は、斜線部で示す隣接する垂直および水平の各1ラインの信号のエッジを検出し、エッジの位置とエッジの強度を示す指標を出力する。例えば、1次元のSobelフィルタを施し、その結果得られる信号を出力する。Sobelフィルタを施した結果得られる信号は、エッジの位置もエッジの強度の情報も持ち合わせている。Sobelフィルタを施した結果得られる信号のイメージを図15の(B)に示す。なお、説明を簡単にするために、多値である信号を便宜上白と黒で示し、黒で示した場所にエッジがあることを意味している。ここで、エッジの位置とエッジの強度を示す指標のフォーマットは、フィルタの結果得られる信号でなくてもよい。例えば、エッジの位置の有無を示すフラグと、エッジがある位置のみのエッジの強度を示す点数形式のデータなどを得てもよい。また、エッジの位置とエッジの強度を示す指標が得られれば、その算出にはどのような方法を用いてもよい。例えば、Prewittフィルタやラプラシアンフィルタを用いたり、フィルタ以外の数学的、物理的な方法などを用いてもよい。

【0100】

また、図15の(A)(B)では、符号化対象のサブブロックに隣接する垂直および水

10

20

30

40

50

平の各 1 ラインの信号のエッジの位置とエッジの強度を示す指標を得たが、これに限らず、図 15 の (C) (D) に示すように複数のラインを用いてもよい。さらに、サブブロックのサイズが 16×16 画素と異なるサイズであっても同様の処理を適用することができる。例えば、図 15 の (E) (F) に示すように 8×8 画素の場合も同様の処理を適用できる。

【0101】

次に、変換ブロック設定部 32 の動作について図 16 を用いて説明する。図 16 の (A) は、符号化対象のサブブロックのブロックサイズが 16×16 画素である場合を示している。変換ブロック設定部 32 は、エッジの位置やエッジの強度を示す情報と予測モード情報 DS20 に基づいてサブブロックの分割を行い、変換ブロックを設定する。変換ブロック設定部 32 は、エッジの位置と予測モード情報 DS20 に基づき、符号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性を推定する。例えば、参照画像エッジ検出部 31 は、隣接ブロックの垂直、水平ラインに Sobel フィルタをかけて検出したエッジが、図 16 の (A) に示すように予測モード情報 DS20 の示す予測方向に連続していると推定する。なお、図 16 の (A) では、予測モード情報 DS20 が予測モード 5 を示していた場合のエッジ連続性を推定した結果を示している。また、図では、説明を簡単にするため多値の信号を便宜上白と黒で示し、黒の部分がエッジを意味している。

10

【0102】

また、図 16 の (B) に示すように、隣接ブロックで、エッジの位置と強度が複数ラインで検出されてエッジの方向が推定できる場合、予測モードと隣接ブロックのエッジの方向から、より適切と考えられる方向にエッジがあると推定する。例えば、予測モードの信頼性と隣接ブロックのエッジの方向の信頼性を数値化し、それらの数値の高い方を採用する。信頼性の数値化は、例えば、エッジの強度が大きい場合は、より隣接ブロックのエッジの信頼性を高くするなどの方法が挙げられる。そして、その数値が閾値を超えた場合に隣接ブロックのエッジの方向を採用する、などである。図 16 の (B) では、予測モードのモード 5 よりも隣接ブロックのエッジの方向を採用した例を示している。

20

【0103】

次に、変換ブロック設定部 32 は、推定したエッジの連続性を考慮して、符号化対象のサブブロックの分割を行い、直交変換の変換ブロックを設定する。ここで、符号化対象のサブブロックの分割は、符号化効率の観点から、エッジにかかる範囲が可能な限り広くなるように複数の変換ブロックに分割することが望ましい。したがって、変換ブロック設定部 32 は、図 16 の (C) に示すように、分割後のブロック間の境界にエッジが含まれないように、符号化対象のサブブロックを水平・垂直に分割する。例えば、変換ブロック設定部 32 は、連続するエッジの終端部を見つけ、そこに接するように分割の境界を決定する。変換ブロック設定部 32 は、分割後のブロックを直交変換の単位である変換ブロックとして、変換ブロックを示す変換ブロック設定情報 DS32 を生成する。

30

【0104】

また、サブブロックの分割では、複数のエッジが検出されて、変換ブロックの境界がエッジにかかるないように分割することができない場合もある。その場合、変換ブロック設定部 32 は、エッジの強度を示す指標から、ブロック境界にかかるないようにするエッジの優先順位を決める。例えば、変換ブロック設定部 32 は、Sobel フィルタのフィルタ処理によって得られた信号のエネルギーの大きい順に優先順位を高くする。優先順位の決め方は、相対的であってもよいし、絶対的でもよい。このように優先順位を決定して優先順位の高いエッジが変換ブロックの境界がエッジにかかるないように分割を行う。また、サブブロックは必ずしも水平・垂直ともに分割する必要はなく、どちらか一方でもよいし、全く分割しなくともよい。分割後のブロックをさらに階層的に分割してもよいし、同じ階層で複数のブロックに分割してもよい。さらに、分割後の変換ブロックのサイズは、一般的な符号化方式との互換性を考慮して 2 の階乗のサイズに限定してもよい。

40

【0105】

さらに、変換ブロック設定部 32 は、参照画像エッジ検出部 31 から別のフォーマット

50

で出力された場合、それに応じて前述した手順と同様の概念でエッジの連続性の推定を行い、変換ブロックを設定すればよい。

【0106】

サブブロックのサイズは、 16×16 画素に限らず他のサブブロックサイズにも同様の処理を適用することができる。例えば、図16の(D)に示すようにサブブロックサイズが 8×8 画素の場合にも同様の処理を適用することができる。

【0107】

図17は、参照画像エッジ検出部31と変換ブロック設定部32を用いて変換ブロックを設定する手順を示している。ステップST31で参照画像エッジ検出部31は、符号化対象のサブブロックに隣接する参照画像のエッジの位置とエッジの強度を示す指標を得てステップST32に進む。

10

【0108】

ステップST32で変換ブロック設定部32は、エッジの位置とエッジの強度を示す指標および予測部25から得られる予測モード情報DS20を基に、符号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性を推定してステップST33に進む。

10

【0109】

ステップST33で変換ブロック設定部32は、推定したエッジの連続性とエッジの強度を考慮して変換ブロックを設定する。

【0110】

このようにして、変換ブロック設定部32で変換ブロックが設定されると、第1変換部13、第1量子化部15、第1逆量子化部19、第1逆変換部21は、設定された変換ブロック毎に、DCT、量子化、逆量子化、逆DCTを行う。

20

【0111】

また、第2変換部14、第2量子化部16、第2逆量子化部20、第2逆変換部22は、設定された変換ブロック毎に、予測モード情報DS20に応じた予測方向のDCT、量子化、逆量子化、逆DCTを行う。図18は、サブブロックが 8×8 画素のブロックサイズであり、このサブブロックが図16の(D)のように4つに分割されて変換ブロックが設定された場合を示している。例えば図18の(A)に示す 8×8 画素のサブブロックは、分割されて図18の(B)～(E)に示すように 5×6 画素、 3×6 画素、 5×2 画素、 3×2 画素の変換ブロックとされる。また、予測モードはモード5とする。この場合、垂直斜め方向に相関があることを考慮して、ブロック内の信号をスキャンしてDCTを行う。例えば、図18の(B)～(E)の矢印に示すようなスキャンを行い、それぞれ連続する画素数に応じたDCTを実施する。

30

【0112】

なお、直交変換はDCTに限らず、例えば、ウェーブレット変換やアダマール変換、それそれを整数精度にした変換などでもよい。量子化も採用した直交変換に適切な方法を用いればよい。

【0113】

[1-3. 画像復号化装置の構成]

次に、画像符号化装置10で生成された符号化データの復号化処理を行う画像復号化装置について説明する。

40

【0114】

図19は、第1の実施の形態における画像復号化装置50の構成を示している。画像復号化装置50は、エントロピー復号化部51、処理選択スイッチ52、第1逆量子化部53、第2逆量子化部54、第1逆変換部55、第2逆変換部56、演算部57、参照メモリ58、予測部60を備えている。また、画像復号化装置50は、参照画像エッジ検出部71、変換ブロック設定部72、復号化制御部80を備えている。

【0115】

エントロピー復号化部51は、入力として受け付けた符号化データDSCのエントロピー復号化を行う。エントロピー復号化部51は、画像符号化装置10のエントロピー符号

50

化部 17 で行われたエントロピー符号化に対応するエントロピー復号化を行う。エントロピー復号化部 51 は、エントロピー復号化を行うことにより得られた量子化データ DS51 と変換情報 DS52 (DS40 に相当) を処理選択スイッチ 52 に出力する。また、エントロピー復号化部 51 は、エントロピー復号化を行うことにより得られた予測モード情報 DS53 (DS20 に相当) を予測部 60 に出力する。

【0116】

処理選択スイッチ 52 は、エントロピー復号化部 51 から供給された変換情報 DS52 に基づいて切り替えを行い、量子化データ DS51 を第 1 逆量子化部 53 または第 2 逆量子化部 54 に出力する。

【0117】

第 1 逆量子化部 53 は、画像符号化装置 10 の第 1 逆量子化部 19 と同様に構成されている。第 1 逆量子化部 53 は、処理選択スイッチ 52 を介して供給された量子化データ DS51 の逆量子化を行う。また、第 1 逆量子化部 53 は、変換ブロック設定部 72 から供給された変換ブロック設定情報 DS76 に基づく変換ブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第 1 逆量子化部 53 は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数 DS54 を第 1 逆変換部 55 に出力する。

【0118】

第 1 逆変換部 55 は、画像符号化装置 10 の第 1 逆変換部 21 と同様に構成されている。第 1 逆変換部 55 は、第 1 逆量子化部 53 から供給された変換係数 DS54 に対して、水平垂直方向の逆 DCT を、変換ブロック設定部 72 から供給された変換ブロック設定情報 DS76 に基づく変換ブロック毎に行う。第 1 逆変換部 55 は、逆 DCT を行うことにより得られた予測誤差信号 DS56 を、演算部 57 に出力する。

【0119】

第 2 逆量子化部 54 は、画像符号化装置 10 の第 2 逆量子化部 20 と同様に構成されている。第 2 逆量子化部 54 は、処理選択スイッチ 52 を介して供給された量子化データ DS51 の逆量子化を、変換情報 DS52 で示された予測方向に対応する斜め方向パターン逆量子化部で行う。また、第 2 逆量子化部 54 は、変換ブロック設定部 72 から供給された変換ブロック設定情報 DS76 に基づく変換ブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第 2 逆量子化部 54 は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数 DS55 を第 2 逆変換部 56 に出力する。

【0120】

第 2 逆変換部 56 は、画像符号化装置 10 の第 2 逆変換部 22 と同様に構成されている。第 2 逆変換部 56 は、第 2 逆量子化部 54 から供給された変換係数 DS55 の逆 DCT を、変換情報 DS52 で示された予測方向に対応する斜め方向パターン逆 DCT 部で行う。また、第 2 逆変換部 56 は、変換ブロック設定部 72 から供給された変換ブロック設定情報 DS76 に基づく変換ブロック毎に逆 DCT を行う。第 2 逆変換部 56 は、逆 DCT を行うことにより得られた予測誤差信号 DS57 を演算部 57 に出力する。

【0121】

演算部 57 は、第 1 逆変換部 55 から供給された予測誤差信号 DS56、または第 2 逆変換部 56 から供給された予測誤差信号 DS57 に、予測部 60 で生成された予測画像信号 DS61 を加算して、画像信号 DS58 を生成する。演算部 57 は、生成した画像信号 DS58 を参照メモリ 58 に記憶させる。

【0122】

参照メモリ 58 に記憶されている画像信号 DS58 は、予測部 60 と参照画像エッジ検出部 71 に供給される。また、参照メモリ 58 に記憶されている参照画像信号が出力画像信号 DS59 として順次画像復号化装置 50 から出力される。

【0123】

予測部 60 は、参照メモリ 58 から読み出された参照画像信号 DS60 を用いて、予測モード情報 DS53 で示された予測モードの予測を行い、予測画像信号 DS61 を生成して演算部 57 に出力する。

10

20

30

40

50

【0124】

参照画像エッジ検出部71は、画像符号化装置10の参照画像エッジ検出部31と同様に構成されている。参照画像エッジ検出部71は、参照メモリ58に記憶されている復号化済み隣接ブロックの画像信号を用いてエッジ検出を行い、エッジの位置とエッジの強度を示す指標DS75を変換ブロック設定部72に出力する。

【0125】

変換ブロック設定部72は、画像符号化装置10の変換ブロック設定部32と同様に構成されている。変換ブロック設定部72は、参照画像エッジ検出部71から供給された指標DS75とエントロピー復号化部51から供給された予測モード情報DS53に基づき、復号化対象のブロックにおけるエッジの連続性を推定する。変換ブロック設定部72は、推定結果から逆直交変換および逆量子化を行う場合の変換ブロックを設定して、この変換ブロックを示す変換ブロック設定情報DS76を生成する。変換ブロック設定部72は、生成した変換ブロック設定情報DS76を、第1逆量子化部53、第2逆量子化部54、第1逆変換部55、第2逆変換部56に出力する。

10

【0126】

復号化制御部80は、符号化データの復号化処理における制御命令等の発行を行う。

【0127】

[1-4. 画像復号化装置の動作]

図20は、第1の実施の形態における画像復号化装置50の動作を示すフローチャートである。ステップST51で画像復号化装置50は、符号化データを取得する。画像復号化装置50は、符号化データDSCを取得して、マクロブロック毎、あるいはマクロブロックペア毎に復号化を開始してステップST52に進む。

20

【0128】

ステップST52で画像復号化装置50は、エントロピー復号化を行う。画像復号化装置50は、符号化データDSCの各シンタックスの可変長符号を復号化して、量子化データDS51や変換情報DS52、予測モード情報DS53を再生してステップST53に進む。

【0129】

ステップST53で画像復号化装置50は、シンタックスの解析を行う。画像復号化装置50は、復号化を行うことにより得られたデータから、シンタックスの解析を行ってステップST54に進む。

30

【0130】

ステップST54で画像復号化装置50は、サブブロックに関する初期化を行う。画像復号化装置50は、サブブロックのインデックスsub_blkを初期化して「sub_blk=0」とし、同時に最大サブブロック数MAX_SUB_BLKをセットしてステップST55に進む。

【0131】

ステップST55で画像復号化装置50は、サブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLKより小さいか判別する。画像復号化装置50は、サブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLKより小さい場合、マクロブロック内のサブブロックにまだ復号化していないサブブロックが存在することからステップST56に進む。画像復号化装置50は、サブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLKより小さくない場合、マクロブロック内のサブブロックに符号化していないサブブロックは存在しないことからステップST68に進む。

40

【0132】

ステップST56で画像復号化装置50は、インデックスmode_idxと変換情報trans_idxをロードする。画像復号化装置50は、インデックスmode_idxと変換情報trans_idxを符号化データから抽出してステップST57に進む。

【0133】

ステップST57で画像復号化装置50は、予測画像を生成する。画像復号化装置50は、参照画像の画像信号すなわち記憶されている復号化済み隣接ブロックの画像信号を用

50

いて、インデックスmode_idxで示された予測モードの予測画像信号D S 6 1の生成を行いステップS T 5 8に進む。

【0 1 3 4】

ステップS T 5 8で画像復号化装置5 0は、エッジ検出を行う。画像復号化装置5 0は、記憶されている復号化済み隣接ブロックの画像信号を用いてエッジ検出を行い、エッジ位置とエッジの強度を示す指標D S 7 5を生成してステップS T 5 9に進む。

【0 1 3 5】

ステップS T 5 9で画像復号化装置5 0は、変換ブロックを設定する。画像復号化装置5 0は、エッジの位置とエッジの強度を示す指標D S 7 5およびインデックスmode_idxの予測方向に基づいて、復号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性を推定する。さらに、画像復号化装置5 0は、エッジの連続性の推定結果に基づきサブブロックの分割を行い、変換ブロックを設定してステップS T 6 0に進む。

10

【0 1 3 6】

ステップS T 6 0で画像復号化装置5 0は、予測モードのインデックスmode_idxが、斜め方向予測モードのモード番号のうち最小値である斜め方向予測モードの最小モード番号mode_directionよりも小さいか、または変換情報が「trans_idx = 1」かどうかを判別する。画像復号化装置5 0は、予測モードのインデックスmode_idxが最小モード番号mode_directionよりも小さい場合、または変換情報「trans_idx = 1」の場合の少なくともいづれかの場合にステップS T 6 1に進む。また、他の場合にはステップS T 6 3に進む。

20

【0 1 3 7】

ステップS T 6 1で画像復号化装置5 0は、水平垂直逆量子化を行いステップS T 6 2に進む。ステップS T 6 2で画像復号化装置5 0は、水平垂直逆D C Tを行いステップS T 6 5に進む。画像復号化装置5 0は、例えば処理選択スイッチ5 2を第1逆量子化部5 3側に切り替えて、第1逆量子化部5 3と第1逆変換部5 5を用いて逆量子化と逆D C Tを行う。

20

【0 1 3 8】

ステップS T 6 3で画像復号化装置5 0は、斜め方向パターン逆量子化を行いステップS T 6 4に進む。ステップS T 6 4で画像復号化装置5 0は、斜め方向パターン逆D C Tを行いステップS T 6 5に進む。画像復号化装置5 0は、例えば処理選択スイッチ5 2を第2逆量子化部5 4側に切り替える。画像復号化装置5 0は、第2逆量子化部5 4と第2逆変換部5 6のパターン選択スイッチを予測モードのインデックスmode_idxに従って切り替えて、予測方向に対応した斜め方向パターン逆量子化部と斜め方向パターン逆D C T部を用いて逆量子化と逆D C Tを行う。

30

【0 1 3 9】

ステップS T 6 5で画像復号化装置5 0は、予測誤差と予測画像の合成を行う。画像復号化装置5 0は、予測誤差信号D S 5 6または予測誤差信号D S 5 7に対して予測画像信号D S 6 1を加算して、画像信号D S 5 8を生成してステップS T 6 6に進む。

【0 1 4 0】

ステップS T 6 6で画像復号化装置5 0は、参照メモリに蓄積する。画像復号化装置5 0は、生成した画像信号D S 5 8を参照メモリ5 8に蓄積してステップS T 6 7に進む。

40

【0 1 4 1】

ステップS T 6 7で画像復号化装置5 0は、サブブロックのインデックスsub_blkに「1」を加算して、新たなインデックスsub_blkとしてステップS T 5 5に戻る。

【0 1 4 2】

また、画像復号化装置5 0は、ステップS T 5 5でサブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLK以下でないと判定してステップS T 6 8に進むと、画像復号化装置5 0は、復号画像の出力を行う。画像復号化装置5 0は、サブブロックの復号化が完了したことから参照メモリ5 8に蓄積されている画像信号を復号画像の画像信号として出力する。

【0 1 4 3】

50

このように、第1の実施の形態によれば、画像符号化装置10では、参照画像エッジ検出部31によって、符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出が行われる。また、変換ブロック設定部32は、エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように符号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックの設定が行われる。さらに、第1変換部13、第2変換部14、第1量子化部15、第2量子化部16等で構成される符号化処理部では、変換ブロック毎の直交変換を含む処理が行われて符号化データが生成される。また、画像復号化装置50では、参照画像エッジ検出部71によって、復号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジ検出が行われる。また、変換ブロック設定部72は、エッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように復号化対象ブロックの分割処理を行い、画像符号化装置10と等しい変換ブロックの設定が行われる。さらに、第1逆量子化部53、第2逆量子化部54、第1逆変換部55、第2逆変換部56等で構成される復号化処理部では、変換ブロック毎の逆直交変換を含む処理が行われて画像信号が生成される。さらに、フレーム内予測のモードに基づいて、エッジの連続性を考慮して変換ブロックが設定される。このため、連続するエッジが複数の変換ブロックをまたぐことを防止して主観画質を向上させることができる。また、エッジが含まれない変換ブロックが増加されてエネルギー集中の向上をはかることができる。さらに、変換ブロックは、画像符号化装置と画像復号化装置で同じ動作が行われて同じサイズに設定されるので、変換ブロックに関する情報を符号化データDSCに含めなくても、符号化データDSCの復号化処理を行うことができるため、符号化効率を向上できる。

10

20

30

40

【0144】

<第2の実施の形態>

次に、第2の実施の形態について説明する。上述の第1の実施の形態では、適応的に変化する変換ブロックを示す変換ブロック設定情報を、符号化データに含めないようにして符号化効率の向上をはかっている。しかし、変換ブロック設定情報を符号化データに含めなくても正しく復号化処理を行うためには、画像復号化装置に変換ブロック設定部を設けておかなければならない。そこで、第2の実施の形態では、若干の符号化効率の低下を許容することで、画像復号化装置の構成を簡略化する場合について説明する。

【0145】

[2-1. 画像符号化装置の構成]

図21は、第2の実施の形態の画像符号化装置10aの構成を示している。なお、図21において、第1の実施の形態の画像符号化装置10と対応する構成については同一符号を付している。

【0146】

画像符号化装置10aは、演算部11、処理選択スイッチ12、第1変換部13、第2変換部14、第1量子化部15、第2量子化部16、エントロピー符号化部17aを備えている。また、画像符号化装置10aは、処理選択スイッチ18、第1逆量子化部19、第2逆量子化部20、第1逆変換部21、第2逆変換部22、演算部23、参照メモリ24、予測部25を備えている。さらに、画像符号化装置10aは、参照画像エッジ検出部31と変換ブロック設定部32a、および符号化制御部40を備えている。

【0147】

演算部11は、入力画像信号D_S1から後述する予測部25で生成された予測画像信号D_S18を減算することで、入力画像に対する予測画像の予測誤差を算出して、予測誤差を示す予測誤差信号D_S2を処理選択スイッチ12へ出力する。

【0148】

処理選択スイッチ12は、符号化制御部40から供給された変換情報D_S40に基づいて切り替えを行い、予測誤差信号D_S2を第1量子化部15または第2量子化部16に出力する。

【0149】

第1変換部13は、処理選択スイッチ12から供給された予測誤差信号D_S2の水平垂

50

直DCTを行う。また第1変換部13は、水平垂直DCTを、変換ブロック設定部32aから供給された変換ブロック設定情報DS32に基づく変換ブロック毎に行い、得られた変換係数DS3を第1量子化部15に出力する。

【0150】

第1量子化部15は、第1変換部13から出力された変換係数DS3の量子化を行い、量子化データDS5をエントロピー符号化部17aと処理選択スイッチ18に出力する。また、第1量子化部15は、変換ブロック設定部32aから供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、変換ブロック毎に変換係数DS3を量子化する。

【0151】

第2変換部14は、処理選択スイッチ12から供給された予測誤差信号DS2に対して、予測部25からの予測モード情報DS20に基づく予測方向のDCTを行う。また第2変換部14は、予測方向のDCTを、変換ブロック設定部32aから供給された変換ブロック設定情報DS32に基づく変換ブロック毎に行い、得られた変換係数DS4を第2量子化部16に出力する。

10

【0152】

第2量子化部16は、第2変換部14から供給された変換係数DS4に対して、予測部25からの予測モード情報DS20に基づき、予測方向の量子化を行い、量子化データDS6をエントロピー符号化部17aと処理選択スイッチ18に出力する。また、第2量子化部16は、変換ブロック設定部32aから供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、変換ブロック毎に変換係数DS4を量子化する。

20

【0153】

エントロピー符号化部17aは、第1量子化部15から供給された量子化データDS5または第2量子化部16から供給された量子化データDS6のエントロピー符号化を行う。また、エントロピー符号化部17aは、予測部25で生成された予測モード情報DS20や符号化制御部40で生成された変換情報DS40、変換ブロック設定部32aで設定された変換ブロックを示す変換ブロック設定情報DS32のエントロピー符号化を行う。エントロピー符号化部17aは、エントロピー符号化を行うことにより得られた符号化データDS_Cを出力する。

【0154】

処理選択スイッチ18は、符号化制御部40から供給された変換情報DS40に基づいて逆変換方法の選択を行い、第1量子化部15からの量子化データDS5を第1逆量子化部19、第2量子化部16からの量子化データDS6を第2逆量子化部20に出力する。

30

【0155】

第1逆量子化部19は、処理選択スイッチ18を介して供給された量子化データDS5の逆量子化を行う。また、第1逆量子化部19は、変換ブロック設定部32aから供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、第1量子化部15と対応した変換ブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第1逆量子化部19は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数DS11を第1逆変換部21に出力する。

【0156】

第1逆変換部21は、第1逆量子化部19から供給された変換係数DS11に対して、第1変換部13における水平垂直方向のDCTに対応する水平垂直方向の逆DCTを行う。また第1逆変換部21は、水平垂直方向の逆DCTを、変換ブロック設定部32aから供給された変換ブロック設定情報DS32に基づく変換ブロック毎に行う。水平垂直逆DCT部211は、逆DCT変換を行うことにより得られた予測誤差信号DS13を演算部23に出力する。

40

【0157】

第2逆量子化部20は、処理選択スイッチ18を介して供給された量子化データDS6の逆量子化を行う。第2逆量子化部20は、予測部25からの予測モード情報DS20に基づき、第2量子化部16に対応する予測方向の逆量子化を行う。また、第2逆量子化部20は、変換ブロック設定部32aから供給された変換ブロック設定情報DS32に基づ

50

き、第2量子化部16と対応した変換ブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第2逆量子化部20は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数DS12を第2逆変換部22に出力する。

【0158】

第2逆変換部22は、変換係数DS12の逆DCTを行う。第2逆変換部22は、予測部25からの予測モード情報DS20に基づき、第2変換部14に対応する予測方向の逆DCTを行う。また、第2逆変換部22は、変換ブロック設定部32aから供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、第2変換部14と対応した変換ブロック毎に変換係数の逆DCTを行う。第2逆変換部22は、逆DCTを行うことにより得られた予測誤差信号DS14を演算部23に出力する。

10

【0159】

演算部23は、第1逆変換部21から供給された予測誤差信号DS13、または第2逆変換部22から供給された予測誤差信号DS14に、予測部25で生成された予測画像信号DS18を加算して、参照画像信号DS15を生成する。演算部23は、生成した参照画像信号DS15を参照メモリ24に記憶させる。

【0160】

参照メモリ24に記憶されている参照画像信号DS15は、予測部25と参照画像エッジ検出部31に供給される。

【0161】

予測部25は、参照画像信号DS15を用いて予測モード毎にフレーム内予測を行う。また、予測部25は、符号化効率が最も高くなる予測モードを判別して、符号化効率が最も高くなる予測モードを示す予測モード情報DS20を生成する。予測部25は、生成した予測モード情報DS20を第2変換部14、第2量子化部16、第2逆量子化部20、第2逆変換部、および変換ブロック設定部32aに出力する。さらに、予測部25は、符号化効率が最も高くなる予測モードで予測画像信号DS18を生成して、演算部11, 23に出力する。

20

【0162】

参照画像エッジ検出部31は、参照メモリ24に記憶されている符号化済み隣接ブロックの画像信号を用いてエッジ検出を行い、エッジの位置とエッジの強度を示す指標DS31を変換ブロック設定部32aに出力する。

30

【0163】

変換ブロック設定部32aは、参照画像エッジ検出部31から供給された指標DS31と予測部25から供給された予測モード情報DS20に基づき、符号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性を推定する。変換ブロック設定部32aは、推定結果から直交変換および量子化における変換ブロックを設定して、この設定した変換ブロックを示す変換ブロック設定情報DS32を生成する。変換ブロック設定部32aは、生成した変換ブロック設定情報DS32を、第1変換部13、第2変換部14、第1量子化部15、第2量子化部16、第1逆量子化部19、第2逆量子化部20、第1逆変換部21、第2逆変換部22に出力する。また、変換ブロック設定部32aは、生成した変換ブロック設定情報DS32を、エントロピー符号化部17aに出力する。

40

【0164】

符号化制御部40は、変換情報DS40を生成して処理選択スイッチ12、エントロピー符号化部17a、処理選択スイッチ18に出力する。

【0165】

[2-2. 画像符号化装置の動作]

第2の実施の形態の画像符号化装置10aは、図13, 14に示すフローチャートの処理を行い、符号化データを生成して出力する。また、画像符号化装置10aは、図14のステップST22における最適モードのデータをロードする処理において、最適モードのデータに、最適モードにおける直交変換の変換ブロック設定情報DS32を含める。例えば、画像符号化装置10aは、変換ブロック設定情報DS32をエントロピー符号化した

50

のち、ヘッダとして符号化データ D S C に含める。

【 0 1 6 6 】

【 2 - 3 . 画像復号化装置の構成 】

次に、画像符号化装置 1 0 a で生成された符号化データの復号化処理を行う画像復号化装置について説明する。

【 0 1 6 7 】

図 2 2 は、第 2 の実施の形態における画像復号化装置 5 0 a の構成を示している。なお、図 2 2 において、第 1 の実施の形態の画像復号化装置 5 0 と対応する構成については同一符号を付している。

【 0 1 6 8 】

画像復号化装置 5 0 a は、エントロピー復号化部 5 1 a 、処理選択スイッチ 5 2 、第 1 逆量子化部 5 3 、第 2 逆量子化部 5 4 、第 1 逆変換部 5 5 、第 2 逆変換部 5 6 、演算部 5 7 、参照メモリ 5 8 、予測部 6 0 を備えている。また、画像復号化装置 5 0 a は、参照画像エッジ検出部 7 1 、変換ブロック設定部 7 2 、および復号化制御部 8 0 を備えている。

【 0 1 6 9 】

エントロピー復号化部 5 1 a は、入力として受け付けた符号化データ D S C のエントロピー復号化を行う。エントロピー復号化部 5 1 a は、画像符号化装置 1 0 a のエントロピー符号化部 1 7 a で行われたエントロピー符号化に対応するエントロピー復号化を行う。エントロピー復号化部 5 1 a は、エントロピー復号化を行うことにより得られた量子化データ D S 5 1 と変換情報 D S 5 2 (D S 4 0 に相当) を処理選択スイッチ 5 2 に出力する。また、エントロピー復号化部 5 1 a は、エントロピー復号化を行うことにより得られた予測モード情報 D S 5 3 (D S 2 0 に相当) を予測部 6 0 に出力する。さらに、エントロピー復号化部 5 1 a は、エントロピー復号化を行うことにより得られた変換ブロック設定情報 D S 7 6 (D S 3 2 に相当) を、第 1 逆量子化部 5 3 、第 2 逆量子化部 5 4 、第 1 逆変換部 5 5 、第 2 逆変換部 5 6 に出力する。

【 0 1 7 0 】

処理選択スイッチ 5 2 は、エントロピー復号化部 5 1 a から供給された変換情報 D S 5 2 に基づいて切り替えを行い、量子化データ D S 5 1 を第 1 逆量子化部 5 3 または第 2 逆量子化部 5 4 に出力する。

【 0 1 7 1 】

第 1 逆量子化部 5 3 は、画像符号化装置 1 0 a の第 1 逆量子化部 1 9 と同様に構成されている。第 1 逆量子化部 5 3 は、処理選択スイッチ 5 2 を介して供給された量子化データ D S 5 1 の逆量子化を行う。また、第 1 逆量子化部 5 3 は、エントロピー復号化部 5 1 a から供給された変換ブロック設定情報 D S 7 6 に基づくブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第 1 逆量子化部 5 3 は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数 D S 5 4 を第 1 逆変換部 5 5 に出力する。

【 0 1 7 2 】

第 1 逆変換部 5 5 は、画像符号化装置 1 0 a の第 1 逆変換部 2 1 と同様に構成されている。第 1 逆変換部 5 5 は、第 1 逆量子化部 5 3 から供給された変換係数 D S 5 4 に対して、水平垂直方向の逆 D C T を、エントロピー復号化部 5 1 a から供給された変換ブロック設定情報 D S 7 6 に基づくブロック毎に行う。第 1 逆変換部 5 5 は、逆 D C T を行うことにより得られた予測誤差信号 D S 5 6 を演算部 5 7 に出力する。

【 0 1 7 3 】

第 2 逆量子化部 5 4 は、画像符号化装置 1 0 a の第 2 逆量子化部 2 0 と同様に構成されている。第 2 逆量子化部 5 4 は、処理選択スイッチ 5 2 を介して供給された量子化データ D S 5 1 の逆量子化を行う。また、第 2 逆量子化部 5 4 は、エントロピー復号化部 5 1 a から供給された変換ブロック設定情報 D S 7 6 に基づくブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第 2 逆量子化部 5 4 は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数 D S 5 5 を第 2 逆変換部 5 6 に出力する。

【 0 1 7 4 】

10

20

30

40

50

第2逆変換部56は、画像符号化装置10aの第2逆変換部22と同様に構成されている。第2逆変換部56は、第2逆量子化部54から供給された変換係数DS55に対して、予測方向に応じた逆DCTを、エントロピー復号化部51aから供給された変換ブロック設定情報DS76に基づくブロック毎に行う。第2逆変換部56は、逆DCTを行うことにより得られた予測誤差信号DS57を演算部57に出力する。

【0175】

演算部57は、第1逆変換部55から供給された予測誤差信号DS56、または第2逆変換部56から供給された予測誤差信号DS57に、予測部60で生成された予測画像信号DS61を加算して、画像信号DS58を生成する。演算部57は、生成した画像信号DS58を参照メモリ58に記憶させる。

10

【0176】

参照メモリ58に記憶されている画像信号DS58は、予測部60と参照画像エッジ検出部71に供給される。また、参照メモリ58に記憶されている参照画像信号が出力画像信号DS59として画像復号化装置50aから出力される。

【0177】

予測部60は、参照メモリ58から読み出された参照画像信号DS60を用いて、予測モード情報DS53で示された予測モードの予測を行い、予測画像信号DS61を生成して、演算部57に出力する。

【0178】

復号化制御部80は、符号化データの復号化処理における制御命令等の発行を行う。

20

【0179】

[2-4. 画像復号化装置の動作]

図23は、第2の実施の形態における画像復号化装置50aの動作を示すフローチャートである。ステップST51で画像復号化装置50aは、符号化データを取得する。画像復号化装置50aは、符号化データDSCを取得して、マクロブロック毎、あるいはマクロブロックペア毎に復号化を開始してステップST52aに進む。

【0180】

ステップST52aで画像復号化装置50aは、エントロピー復号化を行う。画像復号化装置50aは、符号化データDSCの各シンタックスの可変長符号を復号化して、量子化データDS51や変換情報DS52、予測モード情報DS53、変換ブロック設定情報DS76を再生してステップST53に進む。

30

【0181】

ステップST53で画像復号化装置50aは、シンタックスの解析を行う。画像復号化装置50aは、復号化を行うことにより得られたデータから、シンタックスの解析を行ってステップST54に進む。

【0182】

ステップST54で画像復号化装置50aは、サブブロックに関する初期化を行う。画像復号化装置50aは、サブブロックのインデックスsub_blkを初期化して「sub_blk=0」とし、同時に最大サブブロック数MAX_SUB_BLKをセットしてステップST55に進む。

40

【0183】

ステップST55で画像復号化装置50aは、サブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLKより小さいか判別する。画像復号化装置50aは、サブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLKより小さい場合、マクロブロック内のサブブロックにまだ復号化していないサブブロックが存在することからステップST56aに進む。画像復号化装置50aは、サブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLKより小さくない場合、マクロブロック内のサブブロックに符号化していないサブブロックは存在しないことからステップST68に進む。

【0184】

ステップST56aで画像復号化装置50aは、インデックスmode_idxと変換情報trans_idxおよび変換ブロック設定情報DS76をロードする。画像復号化装置50aは、イ

50

ンデックスmode_idxと変換情報trans_idxおよび変換ブロック設定情報D S 7 6を、符号化データから抽出してステップS T 5 7に進む。

【0 1 8 5】

ステップS T 5 7で画像復号化装置5 0 aは、予測画像を生成する。画像復号化装置5 0 aは、参照画像の画像信号すなわち記憶されている復号化済み隣接ブロックの画像信号を用いて、インデックスmode_idxで示された予測モードの予測画像信号D S 6 1の生成を行いステップS T 6 0に進む。

【0 1 8 6】

ステップS T 6 0で画像復号化装置5 0 aは、予測モードのインデックスmode_idxが、斜め方向予測モードのモード番号のうち最小値である斜め方向予測モードの最小モード番号mode_directionよりも小さいか、または変換情報が「trans_idx = 1」かどうかを判別する。画像復号化装置5 0 aは、予測モードのインデックスmode_idxが最小モード番号mode_directionよりも小さい場合または変換情報「trans_idx = 1」の場合の少なくともいざれかの場合、ステップS T 6 1に進む。また、他の場合にはステップS T 6 3に進む。

10

【0 1 8 7】

ステップS T 6 1で画像復号化装置5 0 aは、水平垂直逆量子化を行いステップS T 6 2に進む。ステップS T 6 2で画像復号化装置5 0 aは、水平垂直逆D C Tを行いステップS T 6 5に進む。画像復号化装置5 0 aは、例えば処理選択スイッチ5 2を第1逆量子化部5 3側に切り替えて、第1逆量子化部5 3と第1逆変換部5 5を用いて逆量子化と逆D C Tを行う。

20

【0 1 8 8】

ステップS T 6 3で画像復号化装置5 0 aは、斜め方向パターン逆量子化を行いステップS T 6 4に進む。ステップS T 6 4で画像復号化装置5 0 aは、斜め方向パターン逆D C Tを行いステップS T 6 5に進む。画像復号化装置5 0 aは、例えば処理選択スイッチ5 2を第2逆量子化部5 4側に切り替える。また、画像復号化装置5 0 aは、第2逆量子化部5 4と第2逆変換部5 6のパターン選択スイッチを予測モードのインデックスmode_idxに従って切り替えて、予測方向に対応した斜め方向パターン逆量子化部と斜め方向パターン逆D C T部を用いて逆量子化と逆D C Tを行う。

【0 1 8 9】

ステップS T 6 5で画像復号化装置5 0 aは、予測誤差と予測画像の合成を行う。画像復号化装置5 0 aは、予測誤差信号D S 5 6または予測誤差信号D S 5 7に対して予測画像信号D S 6 1を加算して、画像信号D S 5 8を生成してステップS T 6 6に進む。

30

【0 1 9 0】

ステップS T 6 6で画像復号化装置5 0 aは、参照メモリに蓄積する。画像復号化装置5 0 aは、生成した画像信号D S 5 8を参照メモリ5 8に蓄積してステップS T 6 7に進む。

【0 1 9 1】

ステップS T 6 7で画像復号化装置5 0 aは、サブブロックのインデックスsub_blkに「1」を加算して、新たなインデックスsub_blkとしてステップS T 5 5に戻る。

40

【0 1 9 2】

また、画像復号化装置5 0 aは、ステップS T 5 5でサブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLK以下でないと判定してステップS T 6 8に進むと、画像復号化装置5 0 aは、復号画像の出力を行う。画像復号化装置5 0 aは、サブブロックの復号化が完了したことから参照メモリ5 8に蓄積されている画像信号を復号画像の画像信号として出力する。

【0 1 9 3】

このように、第2の実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様に、フレーム内予測のモードに基づいて、エッジの連續性を考慮して変換ブロックが設定されるので、連続するエッジが複数の変換ブロックをまたぐことを防止して主観画質を向上させることができる。また、エッジが含まれない変換ブロックが増加されてエネルギー集中の向上をはかる

50

ことができる。さらに、変換ブロックに関する変換ブロック設定情報が符号化データに多重されて出力されるので、画像復号化装置 50a には、エッジ検出を行う参照画像エッジ検出部やエッジ検出結果に基づいて変換ブロックを設定する変換ブロック設定部を設ける必要がない。したがって、第 1 の実施の形態に比べて画像復号化装置の構成を簡単にできる。

【0194】

<第 3 の実施の形態>

ところで、上述の第 1 および第 2 の実施の形態では、隣接するブロックのエッジから符号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性を推定することにより、変換ブロックを設定した。すなわち、空間方向の画像を参照画像として用いて変換ブロックを設定している。しかし、参照画像は空間方向に限らず時間方向の画像を用いることもできる。次に、第 3 の実施の形態として、時間方向の画像を参照画像として用いる場合について説明する。

10

【0195】

[3-1. 画像符号化装置の構成]

図 24 は、第 3 の実施の形態における画像符号化装置の構成を示している。なお、図 24において、第 1 の実施の形態の画像符号化装置 10 と対応する構成については同一符号を付している。

20

【0196】

画像符号化装置 10b は、演算部 11、処理選択スイッチ 12、第 1 変換部 13、第 2 変換部 14、第 1 量子化部 15、第 2 量子化部 16、エントロピー符号化部 17b を備えている。また、画像符号化装置 10b は、処理選択スイッチ 18、第 1 逆量子化部 19、第 2 逆量子化部 20、第 1 逆変換部 21、第 2 逆変換部 22、演算部 23、参照メモリ 24、予測部 25、参照画像エッジ検出部 31 と変換ブロック設定部 32 を備えている。さらに、画像符号化装置 10b は、画像信号選択スイッチ 30 と M P E G や H . 2 6 4 / A V C 方式と同等の機能を持つ動き推定部 35、動き補償部 36、予測選択スイッチ 37、符号化制御部 40 を備えている。

20

【0197】

演算部 11 は、入力画像信号 DS1 から後述する予測選択スイッチ 37 の出力である予測画像信号 DS37 を減算することで、入力画像に対する予測画像の予測誤差を算出して、予測誤差を示す予測誤差信号 DS2 を処理選択スイッチ 12 へ出力する。

30

【0198】

処理選択スイッチ 12 は、符号化制御部 40 から供給された変換情報 DS40 に基づいて切り替えを行い、予測誤差信号 DS2 を第 1 量子化部 15 または第 2 量子化部 16 に出力する。

【0199】

処理選択スイッチ 12 は、符号化制御部 40 から供給された変換情報 DS40 に基づいて切り替えを行い、予測誤差信号 DS2 を第 1 量子化部 15 または第 2 量子化部 16 に出力する。

40

【0200】

第 1 変換部 13 は、処理選択スイッチ 12 から供給された予測誤差信号 DS2 の水平垂直 D C T を行う。また第 1 変換部 13 は、水平垂直 D C T を、変換ブロック設定部 32 から供給された変換ブロック設定情報 DS32 に基づく変換ブロック毎に、得られた変換係数 DS3 を第 1 量子化部 15 に出力する。

【0201】

第 1 量子化部 15 は、第 1 変換部 13 から出力された変換係数 DS3 の量子化を行い、量子化データ DS5 をエントロピー符号化部 17b と処理選択スイッチ 18 に出力する。また、第 1 量子化部 15 は、変換ブロック設定部 32 から供給された変換ブロック設定情報 DS32 に基づき、変換ブロック毎に変換係数 DS3 を量子化する。

【0202】

50

第2変換部14は、処理選択スイッチ12から供給された予測誤差信号DS2に対して、予測部25からの予測モード情報DS20に基づく予測方向のDCTを行う。また第2変換部14は、予測方向のDCTを、変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック設定情報DS32に基づく変換ブロック毎に行い、得られた変換係数DS4を第2量子化部16に出力する。

【0203】

第2量子化部16は、第2変換部14から供給された変換係数DS4に対して、予測部25からの予測モード情報DS20に基づき、予測方向の量子化を行い、量子化データDS6をエントロピー符号化部17bと処理選択スイッチ18に出力する。また、第2量子化部16は、変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、変換ブロック毎に変換係数DS4を量子化する。

10

【0204】

エントロピー符号化部17bは、第1量子化部15から供給された量子化データDS5または第2量子化部16から供給された量子化データDS6のエントロピー符号化を行う。また、エントロピー符号化部17bは、予測部25で生成された予測モード情報DS20や符号化制御部40で生成された変換情報DS40、動き推定部35で検出された動きベクトル情報DS35のエントロピー符号化を行う。エントロピー符号化部17bは、エントロピー符号化を行うことにより得られた符号化データDSCを出力する。

【0205】

処理選択スイッチ18は、符号化制御部40から供給された変換情報DS40に基づいて逆変換方法の選択を行い、第1量子化部15からの量子化データDS5を第1逆量子化部19、第2量子化部16からの量子化データDS6を第2逆量子化部20に出力する。

20

【0206】

第1逆量子化部19は、処理選択スイッチ18を介して供給された量子化データDS5の逆量子化を行う。また、第1逆量子化部19は、変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、第1量子化部15と対応した変換ブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第1逆量子化部19は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数DS11を第1逆変換部21に出力する。

【0207】

第1逆変換部21は、第1逆量子化部19から供給された変換係数DS11に対して、第1変換部13における水平垂直方向のDCTに対応する水平垂直方向の逆DCTを行う。また第1逆変換部21は、水平垂直方向の逆DCTを、変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック設定情報DS32に基づく変換ブロック毎に行う。水平垂直逆DCT部211は、逆DCT変換を行うことにより得られた予測誤差信号DS13を演算部23に出力する。

30

【0208】

第2逆量子化部20は、処理選択スイッチ18を介して供給された量子化データDS6の逆量子化を行う。第2逆量子化部20は、予測部25からの予測モード情報DS20に基づき、第2量子化部16に対応する予測方向の逆量子化を行う。また、第2逆量子化部20は、変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、第2量子化部16と対応した変換ブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第2逆量子化部20は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数DS12を第2逆変換部22に出力する。

40

【0209】

第2逆変換部22は、変換係数DS12の逆DCTを行う。第2逆変換部22は、予測部25からの予測モード情報DS20に基づき、第2変換部14に対応する予測方向の逆DCTを行う。また、第2逆変換部22は、変換ブロック設定部32から供給された変換ブロック設定情報DS32に基づき、第2変換部14と対応した変換ブロック毎に変換係数の逆DCTを行う。第2逆変換部22は、逆DCTを行うことにより得られた予測誤差信号DS14を演算部23に出力する。

50

【0210】

演算部23は、第1逆変換部21から供給された予測誤差信号DS13、または第2逆変換部22から供給された予測誤差信号DS14に、予測選択スイッチ37から出力された予測画像信号DS37を加算して、参照画像信号DS15を生成する。演算部23は、生成した参照画像信号DS15を参照メモリ24に記憶させる。

【0211】

参照メモリ24には、空間方向に隣接しているブロックの画像信号だけでなく、時間方向の画像、すなわち複数のフレームの画像も参照画像として蓄積する。なお、複数のフレームの画像はデブロッキングフィルタ処理が行われて蓄積される。

【0212】

参照メモリ24から読み出された隣接ブロックの画像信号DS16は、予測部25と画像信号選択スイッチ30に供給される。また、参照メモリ24から読み出されたフレーム画像の画像信号DS17は、動き推定部35と動き補償部36に供給される。

10

【0213】

予測部25は、画像信号DS16を用いて予測モード毎にフレーム内予測を行う。また、予測部25は、符号化効率が最も高くなる予測モードを判別して、符号化効率が最も高くなる予測モードを示す予測モード情報DS20を生成する。予測部25は、生成した予測モード情報DS20を第2変換部14、第2量子化部16、第2逆量子化部20、第2逆変換部、および変換ブロック設定部32に出力する。さらに、予測部25は、符号化効率が最も高くなる予測モードで予測画像信号DS18を生成して、予測選択スイッチ37に出力する。

20

【0214】

画像信号選択スイッチ30は、変換情報DS40に基づき、参照メモリ24から供給された画像信号DS16または動き補償部36から供給された予測画像信号DS36のいずれかを選択して、参照画像エッジ検出部31に出力する。例えば、フレーム内予測モードである場合、参照メモリ24から供給された画像信号DS16を選択して、選択した画像信号を参照画像エッジ検出部31に出力する。また、予測選択スイッチ37は、フレーム間予測モードである場合、動き補償部36から供給された予測画像信号DS36を選択して参照画像エッジ検出部31に出力する。

30

【0215】

参照画像エッジ検出部31は、画像信号選択スイッチ30で選択された画像信号を用いてエッジ検出を行い、エッジの位置とエッジの強度を示す指標DS31を変換ブロック設定部32に出力する。

【0216】

変換ブロック設定部32は、参照画像エッジ検出部31から供給された指標DS31と予測部25から供給された予測モード情報DS20に基づき、符号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性を推定する。変換ブロック設定部32は、推定結果から直交変換および量子化における変換ブロックを設定して、この設定した変換ブロックを示す変換ブロック設定情報DS32を生成する。変換ブロック設定部32は、生成した変換ブロック設定情報DS32を、第1変換部13、第2変換部14、第1量子化部15、第2量子化部16、第1逆量子化部19、第2逆量子化部20、第1逆変換部21、第2逆変換部22に出力する。

40

【0217】

動き推定部35は、入力画像信号DS1と参照メモリ24から供給された画像信号DS17を用いて、サブブロックの動き推定を行い、動きベクトルを検出する。動き推定部35は、検出した動きベクトルを示す動きベクトル情報DS35を動き補償部36とエンタロピー符号化部17bに出力する。

【0218】

動き補償部36は、参照メモリ24から供給された画像信号DS17に基づく参照画像に対して動き推定部35から供給された動きベクトル情報DS35に基づいた動き補償を

50

行う。動き補償部36は、動き補償によって生成したフレーム間予測モードの予測画像信号DS36を予測選択スイッチ37に出力する。

【0219】

予測選択スイッチ37は、変換情報DS40に基づき、予測部25から供給された予測画像信号DS18または動き補償部36から供給された予測画像信号DS36のいずれかを選択して、演算部11, 23に出力する。例えば、予測選択スイッチ37は、フレーム内予測モードである場合、予測部25から供給された予測画像信号DS18を選択して、選択した画像信号を予測画像信号DS37として演算部11, 23に出力する。また、予測選択スイッチ37は、フレーム間予測モードである場合、動き補償部36から供給された予測画像信号DS36を選択して、選択した画像信号を予測画像信号DS37として演算部11, 23に出力する。

10

【0220】

符号化制御部40は、変換情報DS40を生成する。変換情報DS40は、直交変換に関する水平垂直DCTや水平垂直量子化を行う処理と、予測モード情報DS20が示す予測方向に沿って1次元DCTや量子化を行う処理のいずれかを選択するための情報である。また、第3の実施の形態では、フレーム内予測とフレーム間予測のいずれが選択されているかを示す情報とする。符号化制御部40は、生成した変換情報DS40を処理選択スイッチ12, エントロピー符号化部17b, 処理選択スイッチ18に出力する。

20

【0221】

[3-2. 画像符号化装置の動作]

図25, 図26は、第3の実施の形態における画像符号化装置10bの動作を示すフローチャートである。ステップST101で画像符号化装置10bは、入力画像を取得する。画像符号化装置10bは、入力画像信号DS1を取得して、マクロブロック毎またはマクロブロックペア毎に符号化を開始する。

30

【0222】

ステップST102で画像符号化装置10bは、サブブロックに関する初期化を行う。画像符号化装置10bは、サブブロックのインデックスsub_blkを初期化して「sub_blk=0」とし、同時に最大サブブロック数MAX_SUB_BLKをセットしてステップST103に進む。

【0223】

ステップST103で画像符号化装置10bは、サブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLKより小さいか判別する。画像符号化装置10bは、サブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLKより小さい場合、マクロブロック内のサブブロックにまだ符号化していないサブブロックが存在することからステップST104に進む。また、画像符号化装置10bは、サブブロックのインデックスsub_blkが最大サブブロック数MAX_SUB_BLKより小さくない場合、マクロブロック内のサブブロックにまだ符号化していないサブブロックが存在していないことからステップST125に進む。

30

【0224】

ステップST104で画像符号化装置10bは、動きベクトルのX方向(例えば水平方向)の探索位置MV_xとY方向(例えば垂直方向)の探索位置MV_yを探索開始点START_X, START_YにセットしてステップST105に進む。

40

【0225】

ステップST105で画像符号化装置10bは、MV_x < END_XおよびMV_y < END_Yであるか判別する。画像符号化装置10bは、探索位置が探索終了点END_X, END_Yの範囲内である場合にはステップST106に進み、探索範囲を超える場合にはステップST123に進む。

【0226】

ステップST106で画像符号化装置10bは、予測方向に関する初期化を行う。画像符号化装置10bは、インデックスmode_idx_dを初期化して「mode_idx_d = 0」とし、選

50

択されうる最大方向数MAX_MODE_dをセットする。インデックスmode_idx_dは、予測方向を示すインデックスであり、フレーム内予測モードの予測方向に対応する。また、最大方向数MAX_MODE_dは、選択されうる予測方向の数、すなわちフレーム内予測モードの最大モード数MAX_MODEに相当する。このように、予測方向を示すインデックスmode_idx_dを用いることで、フレーム間予測においても、斜め方向の予測方向に対応したDCTを行って最適モードを検出できるようにする。

【0227】

ステップST107で画像符号化装置10bは、予測方向のインデックスmode_idx_dが最大方向数MAX_MODE_dよりも小さいか判別する。画像符号化装置10bは、予測方向のインデックスmode_idx_dが最大方向数MAX_MODE_dよりも小さい場合、全ての予測方向が試されていないとしてステップST108に進む。画像符号化装置10bは、予測方向のインデックスmode_idx_dが最大方向数MAX_MODE_dよりも小さくない場合、全ての予測方向が試されたとしてステップST122に進む。

10

【0228】

ステップST108で画像符号化装置10bは変換情報trans_idxをセットする。画像符号化装置10bは、予測方向のインデックスmode_idx_dの値に応じて変換情報trans_idxをセットする。例えば、画像符号化装置10bは、予測方向のインデックスmode_idx_dの値が斜めの予測方向を示している場合、変換情報trans_idxを「trans_idx = 0」にセットしてステップST109に進む。また、画像符号化装置10bは、斜めでない予測方向を示している場合、変換情報trans_idxを「trans_idx = 1」にセットしてステップST109に進む。

20

【0229】

ステップST109で画像符号化装置10bは、参照フレームから探索位置MV_x, MV_yの動き補償信号を生成してステップST110に進む。

【0230】

ステップST110で画像符号化装置10bは、生成した動き補償信号を用いてエッジ検出を行い、エッジの位置とエッジの強度を示す指標DS31を生成してステップST111に進む。

30

【0231】

ステップST111で画像符号化装置10bは、変換ブロックを設定する。画像符号化装置10bは、エッジの位置とエッジの強度を示す指標DS31に基づいて、符号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性を推定する。さらに、画像符号化装置10bは、エッジの連続性の推定結果に基づき変換ブロックを設定してステップST112に進む。

【0232】

ステップST112で画像符号化装置10bは、予測方向のインデックスmode_idx_dが、斜めの予測方向のうち最小のインデックス値である最小方向番号mode_direction_dよりも小さいか、または変換情報が「trans_idx = 1」かどうかを判別する。画像符号化装置10bは、予測方向のインデックスmode_idx_dが最小方向番号mode_direction_dよりも小さい場合または変換情報「trans_idx = 1」の場合の少なくともいずれかの場合、ステップST113に進む。また、画像符号化装置10bは、他の場合にステップST115に進む。

40

【0233】

ステップST113で画像符号化装置10bは、水平垂直DCTを行いステップST114に進む。ステップST114で画像符号化装置10bは、水平垂直量子化を行いステップST117に進む。画像符号化装置10bは、例えば処理選択スイッチ12を第1変換部13側に切り替えて、第1変換部13と第1量子化部15を用いてDCTと量子化を行う。

【0234】

ステップST115で画像符号化装置10bは、斜め方向パターンDCTを行いステッ

50

プロセス ST 116 に進む。ステップ ST 116 で画像符号化装置 10b は、斜め方向パターン量子化を行いステップ ST 117 に進む。画像符号化装置 10b は、例えば処理選択スイッチ 12 を第 2 変換部 14 側に切り替える。また、画像符号化装置 10b は、第 2 変換部 14 のパターン選択スイッチ 140 と第 2 量子化部 16 のパターン選択スイッチ 160 を予測方向のインデックス mode_idx_d に従って切り替えて、予測方向に対応した斜め方向パターン DCT 部と斜め方向パターン量子化部を用いて DCT と量子化を行う。

【0235】

ステップ ST 117 で画像符号化装置 10b は、エントロピー符号化を行う。画像符号化装置 10b は、量子化データ DS5, DS6 と予測モード情報 DS20 および動きベクトル情報 DS35 や変換情報 DS40 をエントロピー符号化部 17b で符号化してステップ ST 118 に進む。

10

【0236】

ステップ ST 118 で画像符号化装置 10b は、符号化コストを保存する。画像符号化装置 10b は、符号化制御部 40 は上述のようにコスト値 K の算出を行い、算出したコスト値 K を保存してステップ ST 119 に進む。

【0237】

ステップ ST 119 で画像符号化装置 10b は、変換情報 trans_idx が「trans_idx = 0」であるか判別する。画像符号化装置 10b は、変換情報 trans_idx が「trans_idx = 0」である場合、ステップ ST 120 に進み、変換情報 trans_idx が「trans_idx = 0」でない場合、ステップ ST 121 に進む。

20

【0238】

ステップ ST 120 で画像符号化装置 10b は、変換情報 trans_idx に「1」を加算して、新たな変換情報 trans_idx としてステップ ST 112 に戻る。

【0239】

ステップ ST 121 で画像符号化装置 10b は、予測方向のインデックス mode_idx_d に「1」を加算して、新たなインデックス mode_idx_d としてステップ ST 107 に戻る。

【0240】

その後、ステップ ST 107 で予測方向のインデックス mode_idx_d が最大方向数 MAX_MODE_d よりも小さくないと判別してステップ ST 122 に進むと、画像符号化装置 10b は、探索位置 MV_x または探索位置 MV_y を新たな位置に移動してステップ ST 105 に戻る。

30

【0241】

また、ステップ ST 105 で探索位置が探索範囲を超える場合にはステップ ST 123 に進み、画像符号化装置 10b は、サブブロックのインデックス sub_blk に「1」を加算して、新たなインデックス sub_blk としてステップ ST 103 に戻る。

【0242】

また、画像符号化装置 10b は、ステップ ST 103 でサブブロックのインデックス sub_blk が最大方向数 MAX_MODE_d 以下でないと判定されるとステップ ST 125 に進む。

【0243】

また、画像符号化装置 10b は、フレーム間予測だけでなくステップ ST 124 で、図 13, 14 で説明したフレーム内予測を行いステップ ST 125 に進む。

40

【0244】

ステップ ST 125 で画像符号化装置 10b は、最適モードのデータをロードする。画像符号化装置 10b は、保存されている符号化コストを比較して、フレーム内予測やフレーム間予測で最も符号化効率の高いモードや予測方向を最適モードとして判別する。画像符号化装置 10b は判別した最適モードのデータをロードしてステップ ST 126 に進む。

【0245】

ステップ ST 126 で画像符号化装置 10b は、最適モードで符号化を行った符号化データをマクロブロックで多重化して送出する。また、画像符号化装置 10b は、符号化デ

50

ータに予測モード情報 D S 2 0 すなわち最適モードのインデックス mode_idx と変換情報 D S 4 0 すなわち変換情報 trans_idx をエントロピー符号化して符号化データに含める。さらに、画像符号化装置 1 0 b は、最適モードにおける動きベクトル情報 D S 3 5 をエントロピー符号化して符号化データに含める。

【 0 2 4 6 】

画像符号化装置 1 0 b の参照画像エッジ検出部 3 1 は、フレーム内予測の場合、第 1 の実施の形態と同様の動作を行う。また、フレーム間予測の場合、参照画像エッジ検出部 3 1 は、M P E G や H . 2 6 4 / A V C 方式と同様に動き補償を行って得られる動き補償信号を用いてエッジ検出を行う。図 2 7 の (A) は、動き補償信号を用いて検出されたエッジを示している。画像符号化装置 1 0 b は、上述のように例えば Sobel フィルタ等を用いてエッジ検出を行い、エッジの位置とエッジの強度を示す指標を得る。

【 0 2 4 7 】

変換ブロック設定部 3 2 は、フレーム内予測の場合、第 1 の実施の形態と同様の動作を行う。また、変換ブロック設定部 3 2 は、フレーム間予測の場合、動き補償信号のエッジの位置と強度を示す指標に基づき変換ブロックを設定する。例えば図 2 7 の (A) に示すようにエッジが検出された場合、図 2 7 の (B) に示すように、符号対象のサブブロックにも同じエッジがあると推定して、この結果をもとに、フレーム内予測の場合と同様にして変換ブロックを設定する。

【 0 2 4 8 】

[3 - 3 . 画像復号化装置の構成]

次に、画像符号化装置 1 0 b で生成された符号化データの復号化処理を行う画像復号化装置について説明する。

【 0 2 4 9 】

図 2 8 は、第 3 の実施の形態における画像復号化装置 5 0 b の構成を示している。なお、図 2 8 において、第 1 の実施の形態の画像復号化装置 5 0 と対応する構成については同一符号を付している。

【 0 2 5 0 】

画像復号化装置 5 0 b は、エントロピー復号化部 5 1 b 、処理選択スイッチ 5 2 、第 1 逆量子化部 5 3 、第 2 逆量子化部 5 4 、第 1 逆変換部 5 5 、第 2 逆変換部 5 6 、演算部 5 7 、参照メモリ 5 8 、予測部 6 0 、動き補償部 6 1 、予測選択スイッチ 6 2 を備えている。また、画像復号化装置 5 0 b は、画像信号選択スイッチ 7 0 、参照画像エッジ検出部 7 1 、変換ブロック設定部 7 2 、および復号化制御部 8 0 を備えている。

【 0 2 5 1 】

エントロピー復号化部 5 1 b は、入力として受け付けた符号化データ D S C のエントロピー復号化を行う。エントロピー復号化部 5 1 b は、画像符号化装置 1 0 b のエントロピー符号化部 1 7 b で行われたエントロピー符号化に対応するエントロピー復号化を行う。エントロピー復号化部 5 1 b は、エントロピー復号化を行うことにより得られた量子化データ D S 5 1 と変換情報 D S 5 2 (D S 4 0 に相当) を処理選択スイッチ 5 2 に出力する。また、エントロピー復号化部 5 1 b は、エントロピー復号化を行うことにより得られた予測モード情報 D S 5 3 (D S 2 0 に相当) を予測部 6 0 に出力する。

【 0 2 5 2 】

処理選択スイッチ 5 2 は、エントロピー復号化部 5 1 b から供給された変換情報 D S 5 2 に基づいて切り替えを行い、量子化データ D S 5 1 を第 1 逆量子化部 5 3 または第 2 逆量子化部 5 4 に出力する。

【 0 2 5 3 】

第 1 逆量子化部 5 3 は、画像符号化装置 1 0 b の第 1 逆量子化部 1 9 と同様に構成されている。第 1 逆量子化部 5 3 は、処理選択スイッチ 5 2 を介して供給された量子化データ D S 5 1 の逆量子化を行う。また、第 1 逆量子化部 5 3 は、変換ブロック設定部 7 2 から供給された変換ブロック設定情報 D S 7 6 に基づく変換ブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第 1 逆量子化部 5 3 は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数 D S 5

10

20

30

40

50

4を第1逆変換部55に出力する。

【0254】

第1逆変換部55は、画像符号化装置10bの第1逆変換部21と同様に構成されている。第1逆変換部55は、第1逆量子化部53から供給された変換係数DS54に対して、水平垂直方向の逆DCTを、変換ブロック設定部72から供給された変換ブロック設定情報DS76に基づく変換ブロック毎に行う。第1逆変換部55は、逆DCTを行うことにより得られた予測誤差信号DS56を演算部57に出力する。

【0255】

第2逆量子化部54は、画像符号化装置10bの第2逆量子化部20と同様に構成されている。第2逆量子化部54は、処理選択スイッチ52を介して供給された量子化データDS51の逆量子化を行う。また、第2逆量子化部54は、変換ブロック設定部72から供給された変換ブロック設定情報DS76に基づく変換ブロック毎に量子化データの逆量子化を行う。第2逆量子化部54は、逆量子化を行うことにより得られた変換係数DS55を第2逆変換部56に出力する。

【0256】

第2逆変換部56は、画像符号化装置10bの第2逆変換部22と同様に構成されている。第2逆変換部56は、第2逆量子化部54から供給された変換係数DS55に対して、予測方向に応じた逆DCTを、変換ブロック設定部72から供給された変換ブロック設定情報DS76に基づく変換ブロック毎に行う。第2逆変換部56は、逆DCTを行うことにより得られた予測誤差信号DS57を演算部57に出力する。

【0257】

演算部57は、第1逆変換部55から供給された予測誤差信号DS56、または第2逆変換部56から供給された予測誤差信号DS57に、予測選択スイッチ62から供給された予測画像信号DS73を加算して、画像信号DS58を生成する。演算部57は、生成した画像信号DS58を参照メモリ58に記憶させる。

【0258】

参照メモリ58は、隣接ブロックの画像信号と複数のフレームの画像信号を蓄積する。なお、複数のフレームの画像信号はデブロッキングフィルタ処理が行われて蓄積される。

【0259】

参照メモリ58から読み出された隣接ブロックの参照画像信号DS60は、予測部60と画像信号選択スイッチ70に供給される。また、参照メモリ58から読み出されたフレーム画像の参照画像信号DS65は、動き補償部61に供給される。

【0260】

予測部60は、参照メモリ58から読み出された参照画像信号DS60を用いて、予測モード情報DS53で示された予測モードの予測を行い、予測画像信号DS61を生成して、予測選択スイッチ62に供給する。

【0261】

動き補償部61は、最適モードとしてフレーム間予測モードが選択されている場合、最適モードの動きベクトル情報に基づき参照画像信号DS65を用いて動き補償を行い、予測画像信号DS66を生成する。動き補償部61は、生成した予測画像信号DS66を予測選択スイッチ62と画像信号選択スイッチ70に供給する。

【0262】

予測選択スイッチ62は、最適モードとしてフレーム内予測モードが選択されている場合、予測部60で生成された予測画像信号DS61を選択して、予測画像信号DS73として演算部57に出力する。また、予測選択スイッチ62は、最適モードとしてフレーム間予測モードが選択されている場合、動き補償部61で生成された予測画像信号DS66を選択して、予測画像信号DS73として演算部57に出力する。

【0263】

画像信号選択スイッチ70は、最適モードとしてフレーム内予測モードが選択されている場合、参照画像信号DS60を選択して参照画像エッジ検出部71に出力する。また、

10

20

30

40

50

画像信号選択スイッチ 7 0 は、最適モードとしてフレーム間予測モードが選択されている場合、動き補償部 6 1 で生成された予測画像信号 D S 6 6 を選択して、参照画像エッジ検出部 7 1 に出力する。

【 0 2 6 4 】

参照画像エッジ検出部 7 1 は、画像符号化装置 1 0 b の参照画像エッジ検出部 3 1 と同様に構成されている。参照画像エッジ検出部 7 1 は、画像信号選択スイッチ 7 0 で選択された復号画像信号を用いてエッジ検出を行い、エッジの位置とエッジの強度を示す指標 D S 7 5 を変換ブロック設定部 7 2 に出力する。

【 0 2 6 5 】

変換ブロック設定部 7 2 は、画像符号化装置 1 0 b の変換ブロック設定部 3 2 と同様に構成されている。変換ブロック設定部 7 2 は、参照画像エッジ検出部 7 1 から供給された指標 D S 7 5 と予測部 2 5 から供給された予測モード情報 D S 2 0 に基づき、符号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性を推定する。変換ブロック設定部 7 2 は、推定結果から直交変換および量子化における変換ブロックを設定して、この設定した変換ブロックを示す変換ブロック設定情報 D S 7 6 を生成する。変換ブロック設定部 7 2 は、生成した変換ブロック設定情報 D S 7 6 を、第 1 逆量子化部 5 3 、第 2 逆量子化部 5 4 、第 1 逆変換部 5 5 、第 2 逆変換部 5 6 に出力する。

【 0 2 6 6 】

復号化制御部 8 0 は、符号化データの復号化処理における制御命令等の発行を行う。

【 0 2 6 7 】

[3 - 4 . 画像復号化装置の動作]

図 2 9 は、第 3 の実施の形態における画像復号化装置 5 0 b の動作を示すフローチャートである。ステップ S T 1 5 1 で画像復号化装置 5 0 b は、符号化データを取得する。画像復号化装置 5 0 b は、符号化データ D S C を取得して、マクロブロック毎、あるいはマクロブロックペア毎に復号化を開始してステップ S T 1 5 2 に進む。

【 0 2 6 8 】

ステップ S T 1 5 2 で画像復号化装置 5 0 b は、エントロピー復号化を行う。画像復号化装置 5 0 b は、符号化データ D S C の各シンタックスの可変長符号を復号化して、量子化データ D S 5 1 や変換情報 D S 5 2 、予測モード情報 D S 5 3 、動きベクトル情報 D S 3 5 を再生してステップ S T 1 5 3 に進む。

【 0 2 6 9 】

ステップ S T 1 5 3 で画像復号化装置 5 0 b は、シンタックスの解析を行う。画像復号化装置 5 0 b は、復号化を行うことにより得られたデータから、シンタックスの解析を行ってステップ S T 1 5 4 に進む。

【 0 2 7 0 】

ステップ S T 1 5 4 で画像復号化装置 5 0 b は、サブブロックに関する初期化を行う。画像復号化装置 5 0 b は、サブブロックのインデックス sub_blk を初期化して「 sub_blk=0 」とし、同時に最大サブブロック数 MAX_SUB_BLK をセットしてステップ S T 1 5 5 に進む。

【 0 2 7 1 】

ステップ S T 1 5 5 で画像復号化装置 5 0 b は、サブブロックのインデックス sub_blk が最大サブブロック数 MAX_SUB_BLK より小さいか判別する。画像復号化装置 5 0 b は、サブブロックのインデックス sub_blk が最大サブブロック数 MAX_SUB_BLK より小さい場合、マクロブロック内のサブブロックにまだ復号化していないサブブロックが存在することからステップ S T 1 5 6 に進む。画像復号化装置 5 0 b は、サブブロックのインデックス sub_blk が最大サブブロック数 MAX_SUB_BLK より小さくない場合、マクロブロック内のサブブロックに符号化していないサブブロックは存在しないことからステップ S T 1 7 0 に進む。

【 0 2 7 2 】

ステップ S T 1 5 6 で画像復号化装置 5 0 b は、フレーム間予測が選択されているか判別する。画像復号化装置 5 0 b は、最適モードとしてフレーム間予測が選択されている場

10

20

30

40

50

合にステップ S T 1 5 7 に進み、フレーム内予測が選択されている場合にステップ S T 1 6 9 に進む。

【 0 2 7 3 】

ステップ S T 1 5 7 で画像復号化装置 5 0 b は、予測方向のインデックス mode_idx_d と変換情報 trans_idx および動きベクトル情報をロードする。画像復号化装置 5 0 b は、予測方向のインデックス mode_idx_d と変換情報 trans_idx および動きベクトル情報を符号化データから抽出してステップ S T 1 5 8 に進む。

【 0 2 7 4 】

ステップ S T 1 5 8 で画像復号化装置 5 0 b は、動き補償信号を生成する。画像復号化装置 5 0 b は、参照フレームの画像信号と動きベクトル情報 D S 3 5 に基づき、動きベクトル情報 D S 3 5 の動きベクトルで示された探索位置 M V _ x , M V _ y の動き補償信号を生成してステップ S T 1 5 9 に進む。

10

【 0 2 7 5 】

ステップ S T 1 5 9 で画像復号化装置 5 0 b は、エッジ検出を行う。画像復号化装置 5 0 b は、生成した動き補償信号を用いてエッジ検出を行い、エッジの位置とエッジの強度を示す指標 D S 7 5 を生成してステップ S T 1 6 0 に進む。

【 0 2 7 6 】

ステップ S T 1 6 0 で画像復号化装置 5 0 b は、変換ブロックを設定する。画像復号化装置 5 0 b は、エッジの位置とエッジの強度を示す指標 D S 7 5 に基づいて、復号化対象のサブブロック内におけるエッジの連続性から変換ブロックを設定してステップ S T 1 6 1 に進む。

20

【 0 2 7 7 】

ステップ S T 1 6 1 で画像復号化装置 5 0 b は、インデックス mode_idx_d が、斜め方向予測モードのモード番号のうち最小値である斜め方向予測モードの最小モード番号 mode_d irection よりも小さいか、または変換情報が「 trans_idx = 1 」かどうかを判別する。画像復号化装置 5 0 b は、インデックス mode_idx が最小モード番号 mode_d irection よりも小さい場合または変換情報「 trans_idx = 1 」の場合の少なくともいずれかの場合、ステップ S T 1 6 2 に進む。また、画像復号化装置 5 0 b は、他の場合にステップ S T 1 6 4 に進む。

30

【 0 2 7 8 】

ステップ S T 1 6 2 で画像復号化装置 5 0 b は、垂直水平逆量子化を行いステップ S T 1 6 3 に進む。ステップ S T 1 6 3 で画像復号化装置 5 0 b は、垂直水平逆 D C T を行いステップ S T 1 6 6 に進む。画像復号化装置 5 0 b は、例えば処理選択スイッチ 5 2 を第 1 逆量子化部 5 3 側に切り替えて、第 1 逆量子化部 5 3 と第 1 逆変換部 5 5 を用いて逆量子化と逆 D C T を行う。

40

【 0 2 7 9 】

ステップ S T 1 6 4 で画像復号化装置 5 0 b は、斜め方向パターン逆量子化を行いステップ S T 1 6 5 に進む。ステップ S T 1 6 5 で画像復号化装置 5 0 b は、斜め方向パターン逆 D C T を行いステップ S T 1 6 6 に進む。画像復号化装置 5 0 b は、例えば処理選択スイッチ 5 2 を第 2 逆量子化部 5 4 側に切り替える。また、画像復号化装置 5 0 b は、第 2 逆量子化部 5 4 と第 2 逆変換部 5 6 のパターン選択スイッチを予測方向のインデックス mode_idx_d に従って切り替える。画像復号化装置 5 0 b は、インデックス mode_idx_d に従ってスイッチを切り替えることで、予測方向に対応した斜め方向パターン逆量子化部と斜め方向パターン逆 D C T 部を用いて逆量子化と逆 D C T を行う。

【 0 2 8 0 】

ステップ S T 1 6 6 で画像復号化装置 5 0 b は、予測誤差と予測画像の合成を行う。画像復号化装置 5 0 b は、予測誤差信号 D S 5 6 または予測誤差信号 D S 5 7 に対して予測選択スイッチ 6 2 から出力された予測画像信号 D S 7 3 を加算して、画像信号 D S 5 8 を生成してステップ S T 1 6 7 に進む。

50

【 0 2 8 1 】

ステップST167で画像復号化装置50bは、参照メモリに蓄積する。画像復号化装置50bは、生成した画像信号DS58を参照メモリ58に蓄積してステップST168に進む。

【0282】

ステップST168で画像復号化装置50bは、サブブロックのインデックスsub_blkに「1」を加算して、新たなインデックスsub_blkとしてステップST155に戻る。

【0283】

また、ステップST156でフレーム内予測が選択されていると判別されてステップST169に進むと、画像復号化装置50bは、図20のステップST56からステップST67まで処理を行ったのちステップST155に戻る。

10

【0284】

その後、画像復号化装置50bは、ステップST155でサブブロックのインデックスsub_blkが最大方向数MAX_MODE_d以下でないと判定してステップST170に進む。ステップST170で画像復号化装置50bは、サブブロックの復号化が完了したことから参照メモリ58に蓄積されている画像信号を復号画像の画像信号として出力する。

【0285】

このように、第3の実施の形態によれば、フレーム内予測だけでなくフレーム間予測に基づいて、エッジの連続性を考慮して変換ブロックが設定される。したがって、フレーム間予測においても、連続するエッジが複数の変換ブロックをまたぐことを防止して主観画質を向上させることができる。また、エッジが含まれない変換ブロックが増加されてエネルギー集中の向上をはかることができる。

20

【0286】

なお、第3の実施の形態では、探索位置を順次移動しながら、予測方向毎に符号化コストを算出した。しかし、例えば符号化対象のサブブロックと最も相関が高いブロック位置を検出して、この最も相関が高いブロック位置で予測方向毎に符号化コストを算出して、この算出した予測方向毎の符号化コストとフレーム内予測の予測モード毎の符号化コストを比較して、最適モードを決定することも可能である。この場合には、探索位置を順次移動させる毎に符号化コストを算出する必要がないので演算処理を軽減できる。

30

【0287】

また、明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させる。あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることができる。

【0288】

例えば、プログラムは記録媒体としてのハードディスクやROM(Read Only Memory)に予め記録しておくことができる。あるいは、プログラムはフレキシブルディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory), MO(Magneto optical)ディスク、DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリなどのリムーバブル記録媒体に、一時的あるいは永続的に格納(記録)しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。

40

【0289】

なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体からコンピュータにインストールする他、ダウンロードサイトから、コンピュータに無線転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送する。コンピュータでは、そのようにして転送されてくるプログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。

【0290】

なお、明細書に記載された各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行され

50

てもよい。また、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

【0291】

また、上述の実施の形態では、直交変換方法としてDCTを用いたが、KLT、DST、離散ウェーブレット変換(Discrete Wavelet Transform)を用いるようにしてもよい。また、ブロックサイズも上述の実施の形態のサイズに限らず、さらに大きなブロックサイズであってもよい。

【0292】

上述の実施の形態は、例示という形態で本技術を開示しており、本技術の要旨を逸脱しない範囲で当業者が実施の形態の修正や代用をなし得ることは自明である。すなわち、本技術の要旨を判断するためには、特許請求の範囲を参照すべきである。

10

【産業上の利用可能性】

【0293】

本技術の画像符号化装置と画像復号化装置およびその方法とプログラムによれば、符号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジが検出される。このエッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように符号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックが設定される。また、変換ブロック毎に変換処理が行われて符号化データが生成される。符号化データを復号化処理する画像復号化装置では、復号化対象ブロックに対する参照画像の画像信号を用いてエッジが検出される。このエッジ検出結果に基づき、分割後のブロック間の境界でエッジを含まないように復号化対象ブロックの分割処理を行い、変換ブロックが設定される。また、変換ブロック毎に逆変換処理が行われて復号画像の画像信号が生成される。このため、連続するエッジが複数の変換ブロックをまたいでしまうことを防止して主観画質を向上できる。また、エッジが含まれない変換ブロックを増加させることができが可能となり、エネルギー集中の効率化の効果を得ることができる。したがって、動画や静止画の生成を行う撮像装置、動画や静止画の編集を行う編集装置等に適している。

20

【符号の説明】

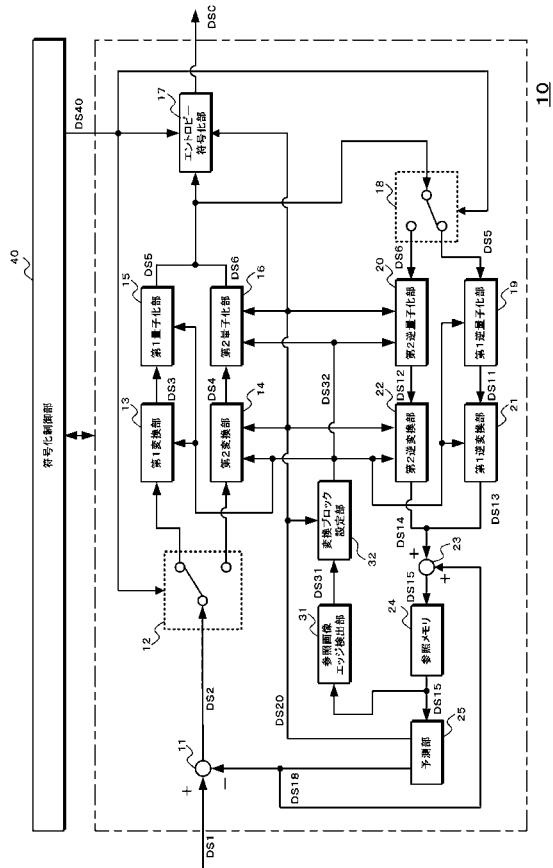
【0294】

10, 10a, 10b . . . 画像符号化装置、11, 23, 57 . . . 演算部、12, 18, 52 . . . 処理選択スイッチ、13 . . . 第1変換部、14 . . . 第2変換部、15 . . . 第1量子化部、16 . . . 第2量子化部、17, 17a, 17b . . . エントロピー符号化部、19, 53 . . . 第1逆量子化部、20, 54 . . . 第2逆量子化部、21, 55 . . . 第1逆変換部、22, 56 . . . 第2逆変換部、23, 57 . . . 演算部、24, 58 . . . 参照メモリ、25, 60 . . . 予測部、30, 70 . . . 画像信号選択スイッチ、31, 71 . . . 参照画像エッジ検出部、32, 32a, 72 . . . 変換ブロック設定部、35 . . . 動き推定部、36, 61 . . . 動き補償部、37, 62 . . . 予測選択スイッチ、40 . . . 符号化制御部、50, 50a, 50b . . . 画像復号化装置、51, 51a, 51b . . . エントロピー復号化部、53 第1逆量子化部、131 . . . 水平垂直DCT部、140, 160, 200, 220 . . . パターン選択スイッチ、141~146 . . . 第1斜め方向パターンDCT部~第6斜め方向パターンDCT部、151 . . . 水平垂直量子化部、161~166 . . . 第1斜め方向パターン量子化部~第6斜め方向パターン量子化部、191 . . . 水平垂直逆量子化部、201~206 . . . 第1斜め方向パターン逆量子化部~第6斜め方向パターン逆量子化部、211 . . . 水平垂直逆DCT部、221~226 . . . 第1斜め方向パターン逆DCT部~第6斜め方向パターン逆DCT部

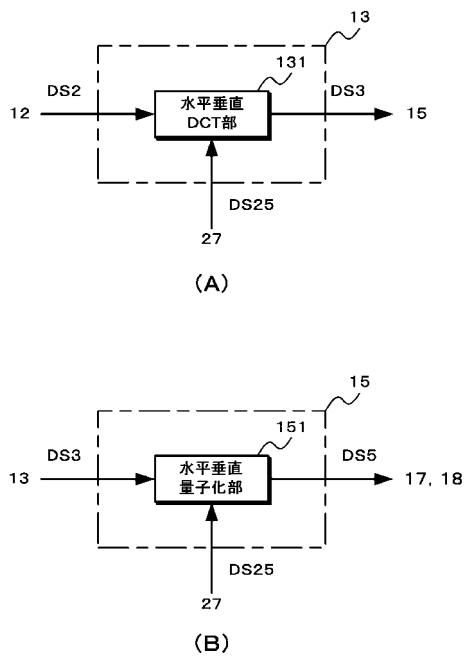
30

40

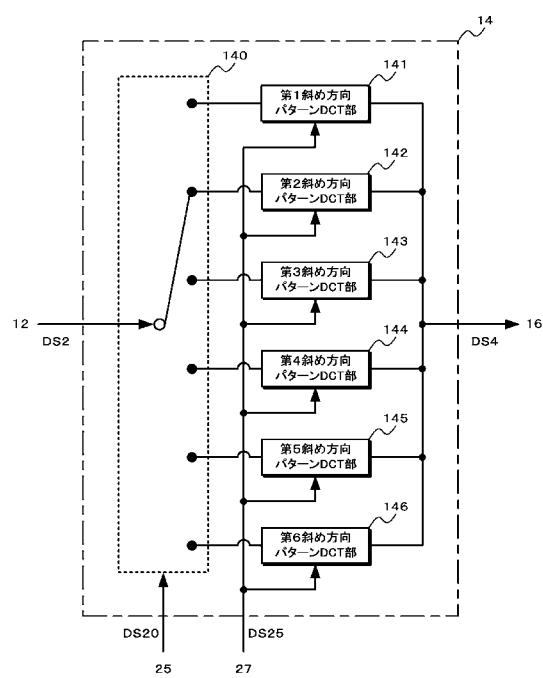
【図1】



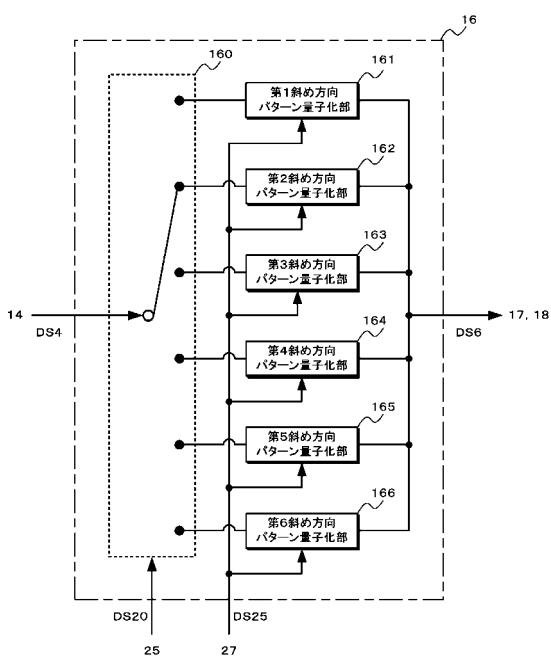
【図2】



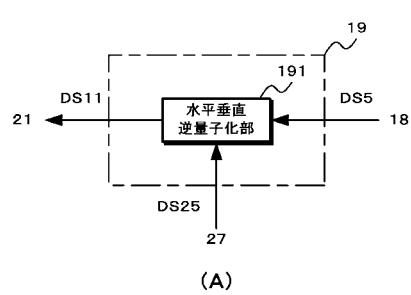
【図3】



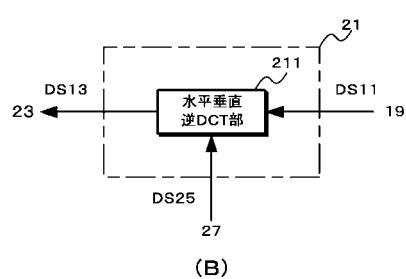
【図4】



【図5】

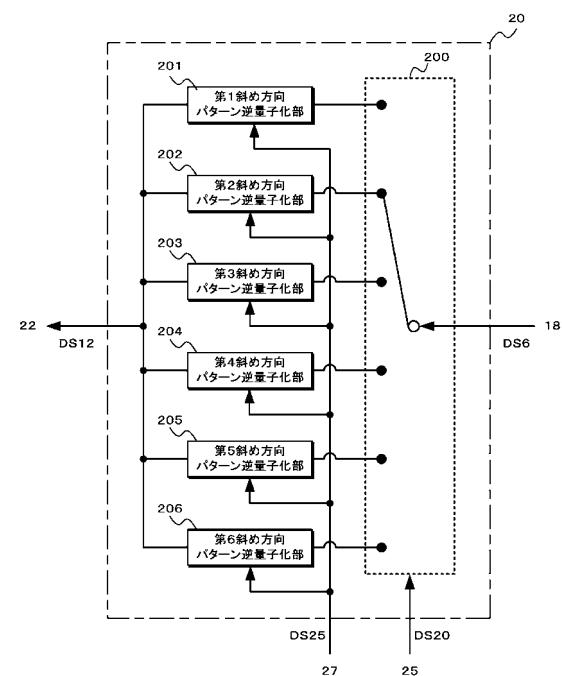


(A)

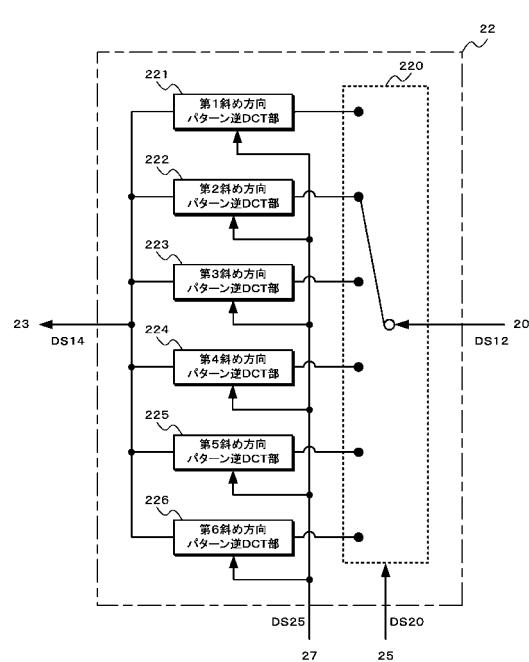


(B)

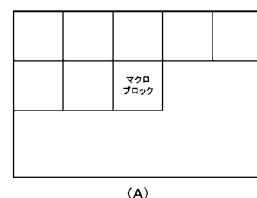
【図6】



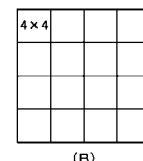
【図7】



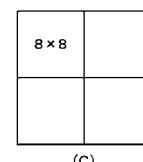
【図8】



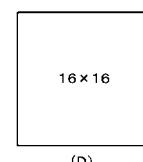
(A)



(B)

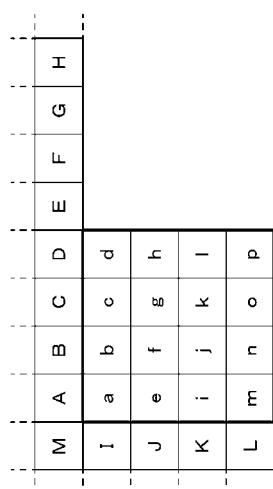


(C)

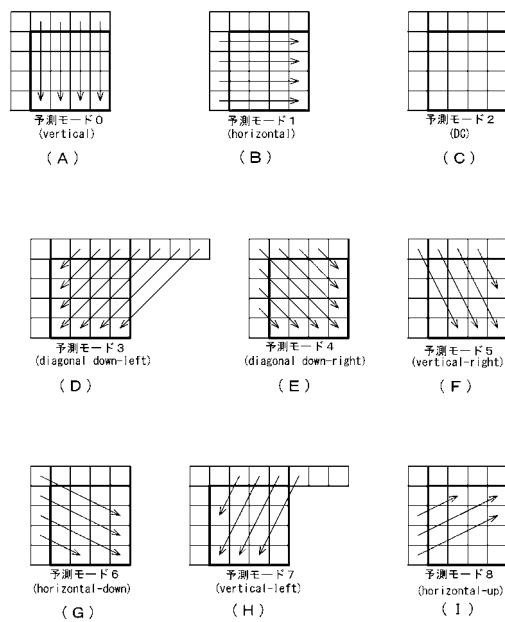


(D)

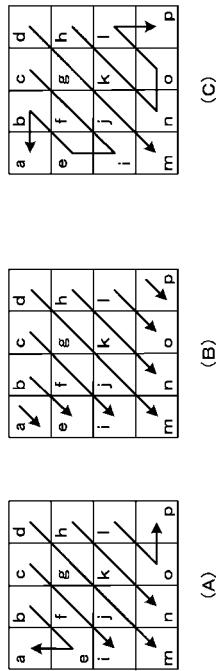
【図 9】



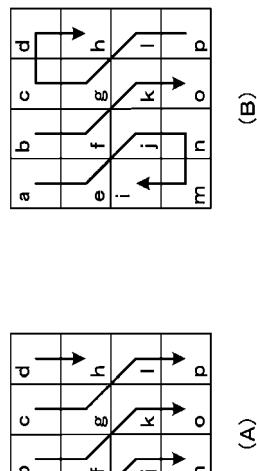
【図 10】



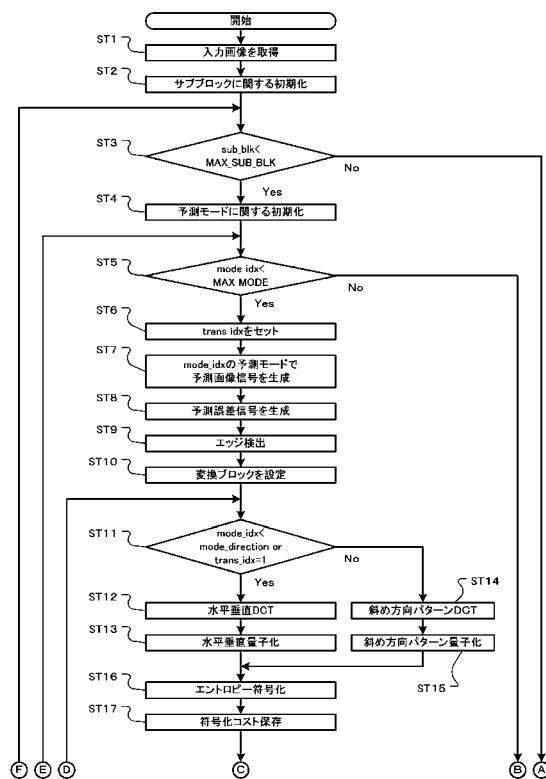
【図 11】



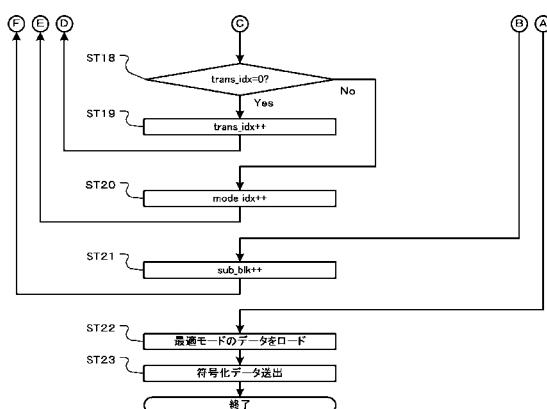
【図 12】



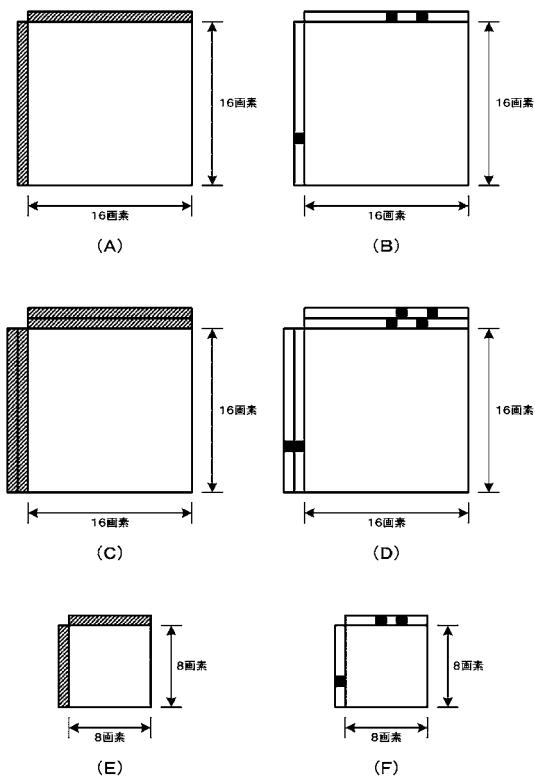
【図13】



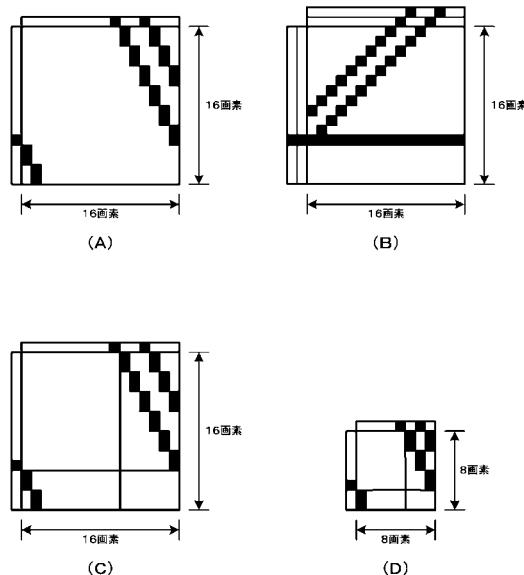
【図14】



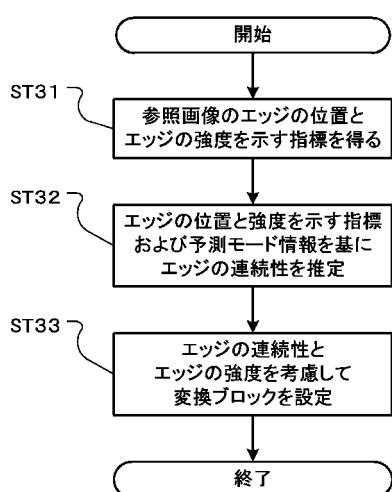
【図15】



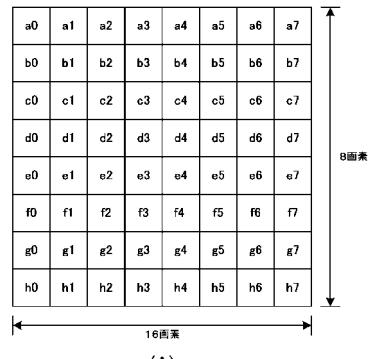
【図16】



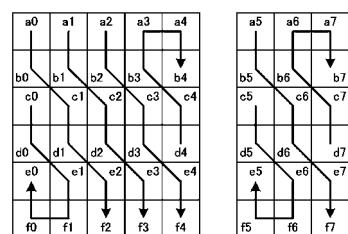
【 図 17 】



【 図 1 8 】

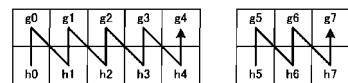


(A)



(B)

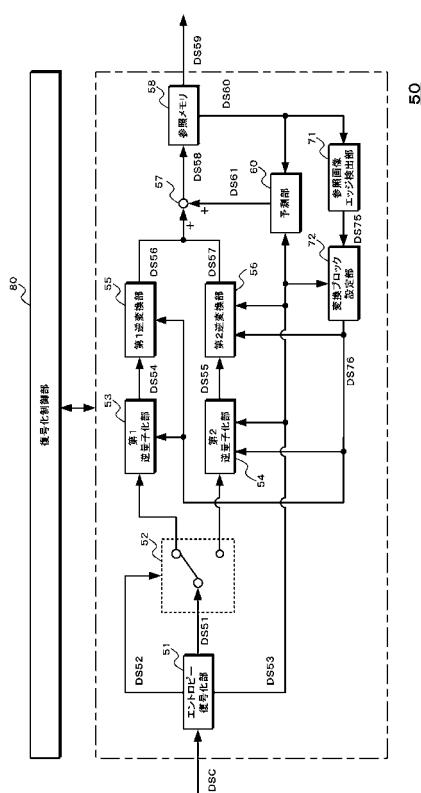
(C)



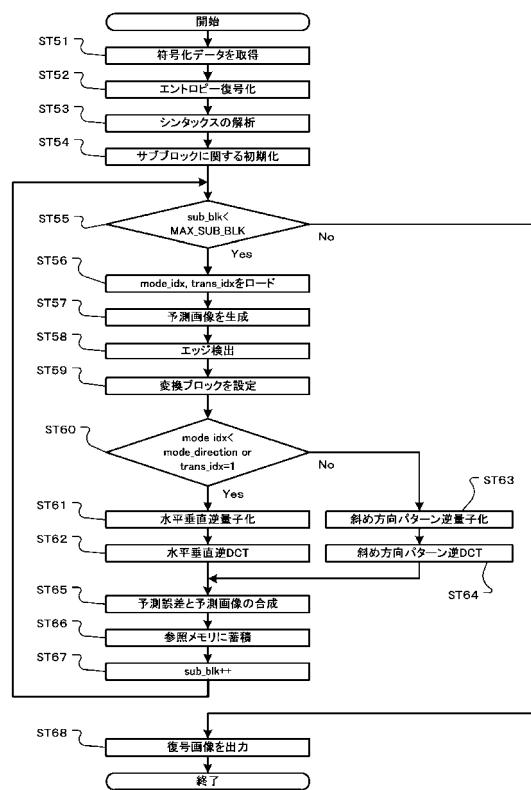
(D)

(E)

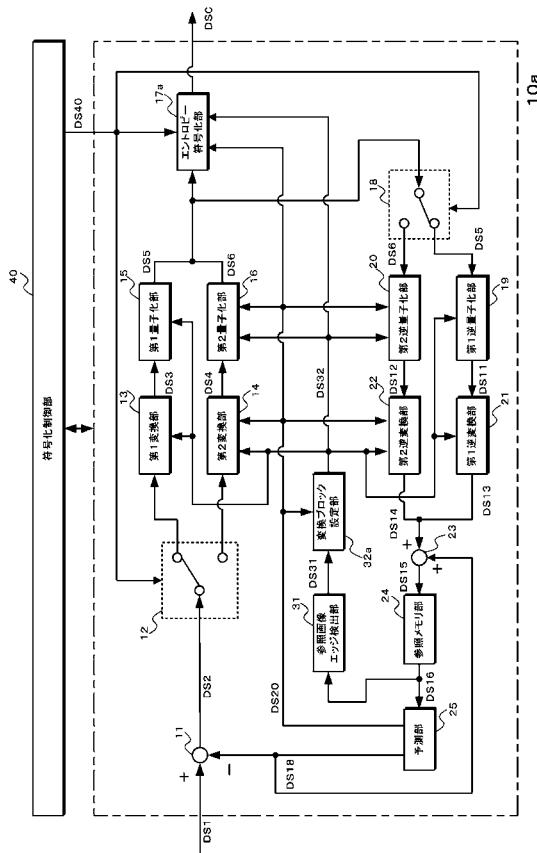
〔 四 19 〕



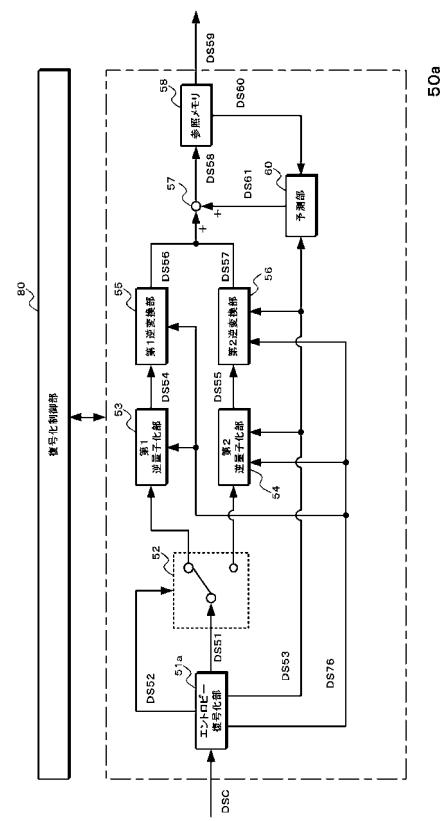
〔 四 20 〕



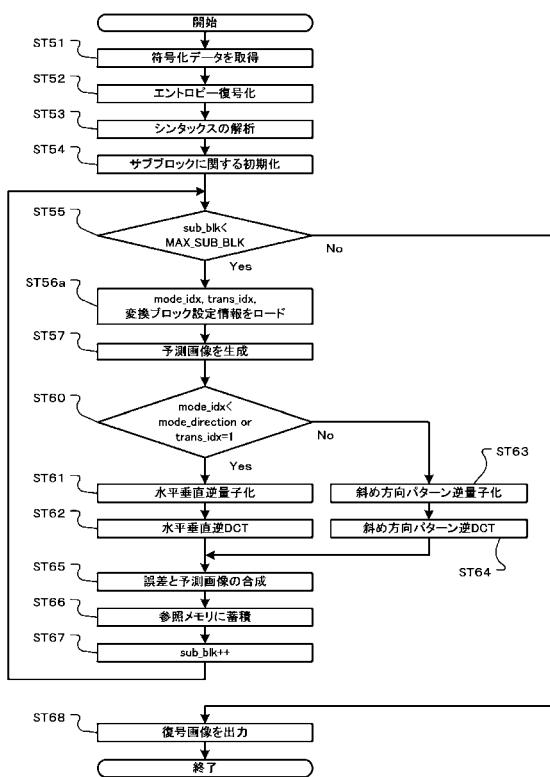
【 図 2 1 】



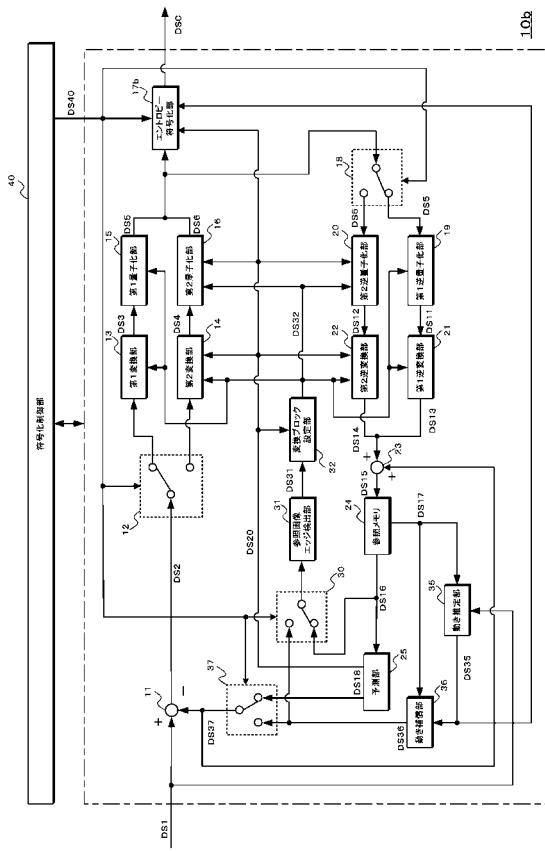
【 図 2 2 】



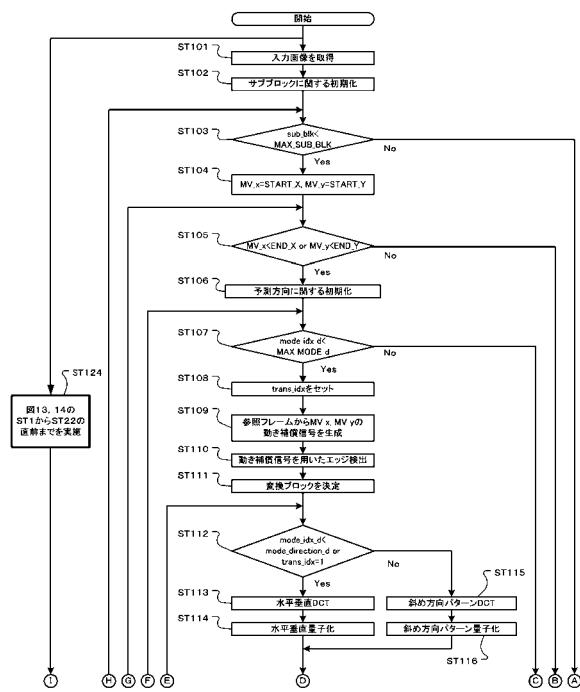
【 図 2 3 】



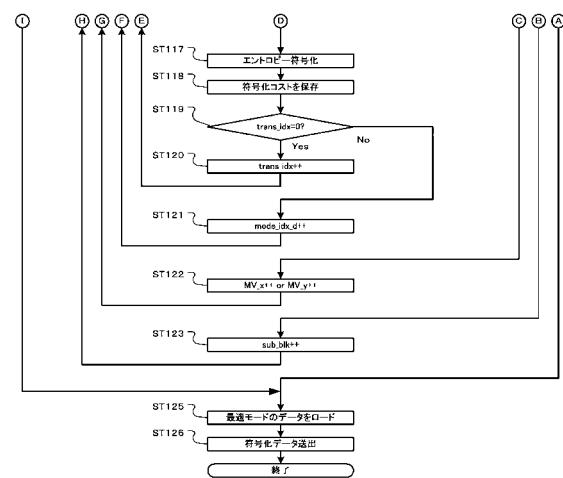
【 図 2 4 】



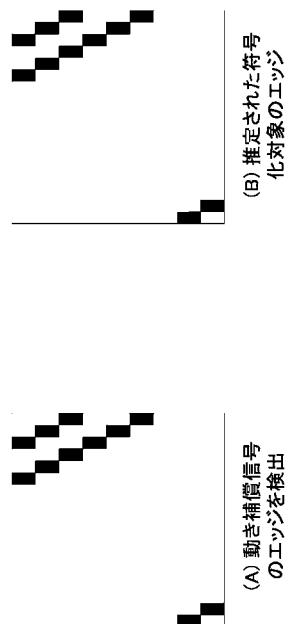
【図25】



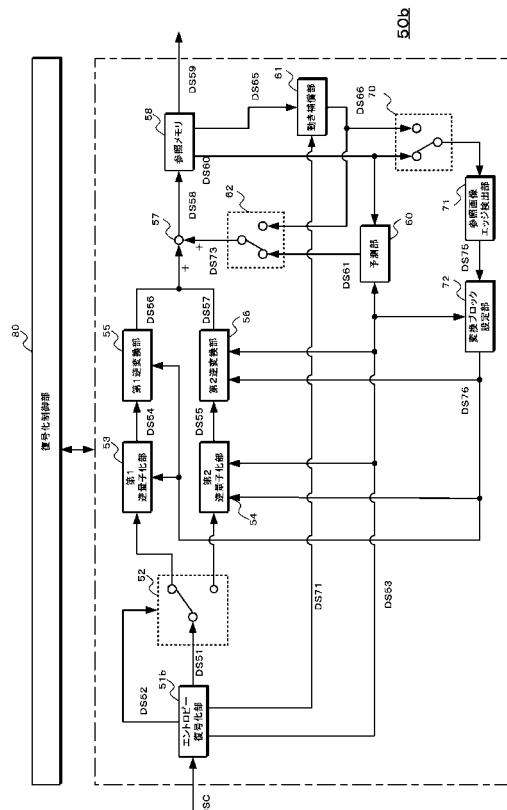
【図26】



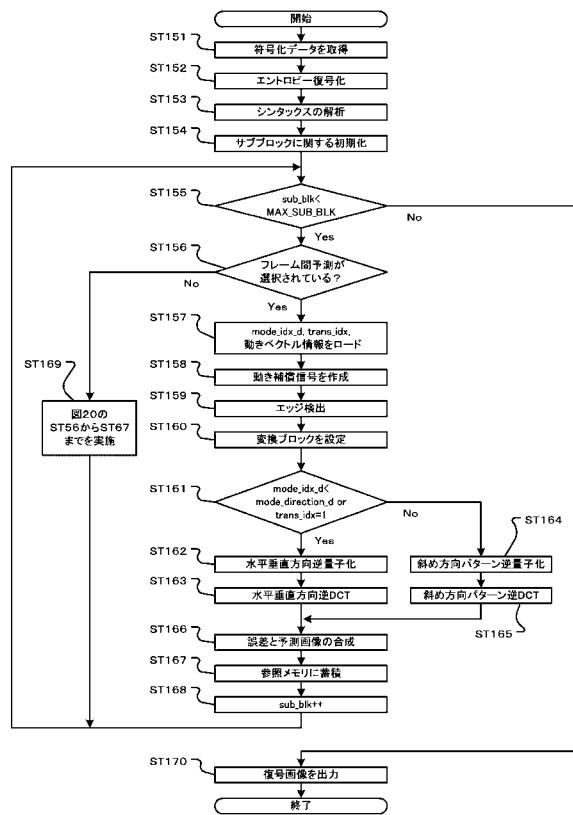
【図27】



【図28】



【図29】



フロントページの続き

(72)発明者 嶋内 和博
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 和田 祐司
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 池田 広志
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

(72)発明者 田原 大資
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

F ターム(参考) 5C159 KK03 MA00 MA04 MA05 MA22 MA23 MA41 MC11 MC38 ME01
NN01 NN21 RC12 TA17 TC00 TC02 TC03 TC08 TC19 TC26
TC27 TC28 TC42 TD02 TD08 UA02 UA05 UA11 UA33