

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7223014号
(P7223014)

(45)発行日 令和5年2月15日(2023.2.15)

(24)登録日 令和5年2月7日(2023.2.7)

(51)国際特許分類	F I
H 0 4 N 19/12 (2014.01)	H 0 4 N 19/12
H 0 4 N 19/136 (2014.01)	H 0 4 N 19/136
H 0 4 N 19/157 (2014.01)	H 0 4 N 19/157
H 0 4 N 19/176 (2014.01)	H 0 4 N 19/176
H 0 4 N 19/70 (2014.01)	H 0 4 N 19/70

請求項の数 7 (全80頁)

(21)出願番号	特願2020-541390(P2020-541390)	(73)特許権者	502032105
(86)(22)出願日	令和1年6月3日(2019.6.3)		エルジー エレクトロニクス インコーポ レイティド
(65)公表番号	特表2021-511752(P2021-511752 A)		L G E L E C T R O N I C S I N C .
(43)公表日	令和3年5月6日(2021.5.6)		大韓民国,ソウル,ヨンドンポ-ク, ヨイ-デロ,128
(86)国際出願番号	PCT/KR2019/006675		128, Yeoui-daero, Y eongdeungpo-gu, 07
(87)国際公開番号	WO2019/235797		336 Seoul, Republic of Korea
(87)国際公開日	令和1年12月12日(2019.12.12)	(74)代理人	100099759
審査請求日	令和2年7月28日(2020.7.28)		弁理士 青木 篤
(31)優先権主張番号	62/679,939	(74)代理人	100123582
(32)優先日	平成30年6月3日(2018.6.3)		弁理士 三橋 真二
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100165191
(31)優先権主張番号	62/679,940		
(32)優先日	平成30年6月3日(2018.6.3)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 縮小された変換を用いて、ビデオ信号を処理する方法及び装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

縮小された変換 (Reduced transform) に基づいた、ビデオ信号のデコード方法において、

現在のブロックに変換スキップ (transform skip) が適用されるか否かを確認する段階と、

前記現在のブロックに前記変換スキップが適用されないことに基づいて、前記ビデオ信号から前記現在のブロックの変換カーネル (transform kernel) を指示する変換インデックス (transform index) を獲得する段階と、

前記変換インデックスによって指示される変換カーネル及び前記現在のブロックのサイズに基づいて、前記現在のブロックに一次変換 (primary transform) が適用される領域を決定する段階と、

前記一次変換が適用される領域に対し、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルに基づいて、逆方向一次変換 (inverse primary transform) を実行する段階を含む、ビデオ信号のデコード方法。

【請求項2】

前記一次変換が適用される領域を決定する段階は、

前記現在のブロック内で、前記一次変換が適用される領域以外の残りの領域の係数を0とみなす段階を含む、請求項1に記載のビデオ信号のデコード方法。

【請求項3】

10

20

前記一次変換が適用される領域を決定する段階は、

前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが予め定義された変換であり、前記現在のブロックの幅 (width)、及び/または高さ (height) が予め定義されたサイズより大きいことに基づいて、前記予め定義されたサイズの幅及び/または高さを有する領域を前記一次変換が適用される領域に決定することにより実行される、請求項 1 に記載のビデオ信号のデコード方法。

【請求項 4】

前記予め定義された変換は、D S T 7 及び/または D C T 8 の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせの内いずれか 1 つである、請求項 3 に記載のビデオ信号のデコード方法。

10

【請求項 5】

前記予め定義されたサイズは、16 である、請求項 3 に記載のビデオ信号のデコード方法。

【請求項 6】

前記一次変換が適用される領域を決定する段階は、

前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが一次変換グループに属することに基づいて、前記現在のブロックの幅 (width) 及び 3 2 の内、小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の幅と決定し、前記現在のブロックの高さ (height) 及び 3 2 の内、小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の高さと決定し、

前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが二次変換グループに属することに基づいて、前記現在のブロックの幅と 16 の内、小さな値を前記一次変換が適用される領域の幅と決定し、前記現在のブロックの高さ及び 16 の内、小さな値を前記一次変換が適用される領域の高さと決定することにより実行される、請求項 1 に記載のビデオ信号のデコード方法。

20

【請求項 7】

前記一次変換グループは、D C T 2 を含み、前記二次変換グループは D S T 7 及び/または D C T 8 の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせを含む、請求項 6 に記載のビデオ信号のデコード方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、ビデオ信号を処理する方法及び装置に関し、より具体的には一次変換に適用することができる縮小された変換の設計及び適用方法に関する。

【背景技術】

【0002】

次世代ビデオコンテンツは、高解像度 (high spatial resolution)、高フレーム率 (high frame rate) 及び画像表現の高次元化 (high dimensionality of scene representation) という特徴を有する。そのようなコンテンツを処理するためには、メモリ格納 (memory storage)、メモリアクセス率 (memory access rate) 及び処理電力 (processing power) の側面で多大な増加をもたらさるう。

40

【0003】

従って、次世代ビデオコンテンツをより効率的に処理するためのコーディングツールをデザインする必要がある。特に、変換 (transform) を適用するとき、コーディング効率と複雑度の側面ではるかに効率的な変換を設計する必要がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、特定の条件に応じて、予め定義された領域に対して、一次変換 (primary transform) を実行する方法を提案する。

50

【 0 0 0 5 】

本発明において解決しようとする技術的課題は、以上で言及した技術的課題に限定されず、言及していないまた他の技術的課題は、下の記載から、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者に明確に理解されることができる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の1つの様相は、縮小された変換 (Reduced transform) に基づいて、ビデオ信号のデコード方法において、現在のブロックに変換スキップ (transform skip) が適用されるかどうかを確認する段階と、前記現在のブロックに前記変換スキップが適用されない場合、前記ビデオ信号から前記現在のブロックの変換カーネル (transform kernel) を指示する変換インデックス (transform index) を獲得する段階と、前記変換インデックスによって指示される変換カーネル及び前記現在のブロックのサイズに基づいて、前記現在のブロックの一次変換 (primary transform) が適用される領域を決定する段階と、前記一次変換が適用される領域に対し、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルを用いて、逆方向一次変換 (inverse primary transform) を実行する段階を含むことができる。

10

【 0 0 0 7 】

好ましくは、前記一次変換が適用される領域を決定する段階は、前記現在のブロック内において、前記一次変換が適用される領域以外の残りの領域の係数を0とみなすステップを含むことができる。

20

【 0 0 0 8 】

好ましくは、前記一次変換が適用される領域を決定する段階は、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが予め定義された変換であり、前記現在のブロックの幅 (width)、及び/または高さ (height) が予め定義されたサイズより大きい場合、前記予め定義されたサイズの幅及び/または高さを有する領域を前記一次変換が適用される領域に決定することにより行うことができる。

【 0 0 0 9 】

好ましくは、前記予め定義された変換は、D S T 7 及び/または D C T 8 の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせの内、いずれか1つで有り得る。

【 0 0 1 0 】

好ましくは、前記予め定義されたサイズは、16で有り得る。

30

【 0 0 1 1 】

好ましくは、前記一次変換が適用される領域を決定する段階は、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが第1変換グループに属する場合、前記現在のブロックの幅 (width) と32の内小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の幅と決定し、前記現在のブロックの高さ (height) 及び32の内小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の高さと決定し、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが第2変換グループに属する場合、前記現在のブロックの幅及び16の内、小さな値を前記一次変換が適用される領域の幅と決定し、前記現在のブロックの高さ及び16の内、小さな値を前記一次変換が適用される領域の高さと決定することにより行うことができる。

40

【 0 0 1 2 】

好ましくは、前記第1変換グループは、D C T 2 を含み、前記第2変換グループはD S T 7 及び/または D C T 8 の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせを含むことができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の他の一様相は、縮小された変換 (Reduced transform) に基づいて、ビデオ信号をデコードする装置において、現在のブロックに変換スキップ (transform skip) が適用されるかどうかを確認する変換スキップ確認部と、前記現在のブロックに前記変換スキップが適用されない場合、前記ビデオ信号から前記現在のブロックの変換カーネル (transform kernel) を指示する変換インデックス (transform index) を獲得する変換イ

50

ンデックス獲得部と、前記変換インデックスによって指示される変換カーネル及び前記現在のブロックのサイズに基づいて、前記現在のブロックに一次変換(primary transform)が適用される領域を決定し、前記一次変換が適用される領域に対して、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルを用いて、逆方向一次変換(inverse primary transform)を実行する一次逆変換部を含むことができる。

【0014】

好ましくは、前記一次変換部は、前記現在のブロック内において、前記一次変換が適用される領域以外の残りの領域の係数を0とみなすことができる。

【0015】

好ましくは、前記一次変換部は、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが予め定義された変換であり、前記現在のブロックの幅(width)、及び/または高さ(height)が予め定義されたサイズより大きい場合、前記予め定義されたサイズの幅及び/または高さを有する領域を前記一次変換が適用される領域に決定することができる。

10

【0016】

好ましくは、前記予め定義された変換は、DST7及び/またはDCT8の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせの内、いずれか1つで有り得る。

【0017】

好ましくは、前記予め定義されたサイズは、16で有り得る。

【0018】

好ましくは、前記一次変換部は、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが第1変換グループに属する場合、前記現在のブロックの幅(width)及び32の内、小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の幅と決定し、前記現在のブロックの高さ(height)及び32の内、小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の高さと決定し、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが第2変換グループに属する場合、前記現在のブロックの幅及び16の内、小さな値を前記一次変換が適用される領域の幅と決定し、前記現在のブロックの高さ及び16の内、小さな値を前記一次変換が適用される領域の高さと決定することができる。

20

【0019】

好ましくは、前記第1変換グループは、DCT2を含み、前記第2変換グループはDST7及び/またはDCT8の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせを含むことができる。

30

【発明の効果】

【0020】

本発明の実施形態に係ると、特定の条件に応じて、予め定義された領域にのみ変換を実行することで、複雑度を著しく減少させることができる。

【0021】

本発明で得られる効果は、以上で言及した効果に制限されず、言及また異なる効果は以下の記載から、本発明が属する技術分野で通常の知識を有する者に明確に理解される。

【図面の簡単な説明】

【0022】

40

【図1】本発明が適用される実施形態として、ビデオ信号のエンコードが行われるエンコーダの概略的なブロック図を示す。

【図2】本発明が適用される実施形態として、ビデオ信号のデコードが行われるデコーダの概略的なブロック図を示す。

【図3】本発明が適用できる実施形態として、〔図3A〕はQT(Quad Tree、以下「QT」という)、〔図3B〕はBT(Binary Tree、以下「BT」という)、〔図3C〕はTT(Ternary Tree、以下「TT」という)、〔図3D〕はAT(Asymmetric Tree、以下「AT」という)によるブロック分割構造を説明するための図である。

【図4】本発明が適用される実施形態として、エンコーダ内の変換及び量子化部120 /

50

130、逆量子化及び逆変換部140/150の概略的なブロック図を示す。

【図5】本発明が適用される実施形態として、デコーダ内の逆量子化及び逆変換部220/230の概略的なブロック図を示す。

【図6】本発明が適用される実施形態として、MTS (Multiple Transform Selection) が適用される変換設定グループ (transform configuration group) を示す表である。

【図7】本発明が適用される実施形態として、MTS (Multiple Transform Selection) が行われるエンコード過程を示すフローチャートである。

【図8】本発明が適用される実施形態として、MTS (Multiple Transform Selection) が行われるデコード過程を示すフローチャートである。

10

【図9】本発明が適用される実施形態として、MTSフラグ及びMTSインデックスをエンコードする過程を説明するためのフローチャートである

【図10】本発明が適用される実施形態として、MTSフラグ及びMTSインデックスに基づいて水平変換又は垂直変換を行又は列に適用するデコード過程を説明するためのフローチャートである。

【図11】本発明が適用される実施形態として、変換関連パラメータに基づいて逆変換を実行するフローチャートを示す。

【図12】本発明が適用される実施形態として、NSTでイントラ予測モードごとに変換セット (transform set) を割り当てることを示すテーブルである。

【図13】本発明が適用される実施形態として、ギボンズ回転 (Givens rotation) の計算フロー図を示す。

20

【図14】本発明が適用される実施形態として、ギボンズ回転層 (Givens rotation layer) と置換 (permutation) で構成された4x4 NSTでの1ラウンド構成を示す。

【図15】本発明が適用される実施形態として、順方向縮小変換 (forward reduced transform) 及び逆方向縮小変換 (backward reduced transform) の動作を説明するためのブロック図である。

【図16】本発明が適用される実施形態として、逆方向スキャン順に基づいて64番目から17番目までの逆方向スキャンを実行する過程を示す図である。

【図17】本発明が適用される実施形態として、変換係数のブロック (変換ブロック) の3つの順方向スキャンの順序を示す。

30

【図18】本発明が適用される実施形態として、左上側4x8ブロックで対角スキャン (diagonal scan) が適用され4x4 RSTが適用されたとき、有効な変換係数の位置と4x4ブロック別順方向スキャンの順序を示す。

【図19】本発明が適用される実施形態として、左上側4x8ブロックで対角スキャン (diagonal scan) が適用され4x4 RSTが適用されたときに2x4x4ブロックの有効な変換係数を一つの4x4ブロックにまとめる場合を示す。

【図20】本発明が適用される実施形態として、縮小された2次変換に基づいて、ビデオ信号をエンコードするフローチャートを示す。

【図21】本発明が適用される実施形態として、縮小された2次変換に基づいて、ビデオ信号をデコードするフローチャートを示す。

40

【図22】本発明が適用される実施形態として、縮小された変換 (Reduced transform) を用いて、ビデオ信号をエンコードする方法を例示する図である。

【図23】本発明が適用される実施形態として、縮小された変換 (Reduced transform) を用いて、ビデオ信号のデコード方法を例示する図である。

【図24】本発明が適用されることのできる実施形態として、縮小された因子 (reduced factor) に基づいた縮小された変換構造を例示する図である。

【図25】本発明が適用されることのできる実施形態として、縮小された変換を適応的に適用してデコードを実行する方法を例示する図である。

【図26】本発明が適用されることのできる実施形態として、縮小された変換を適応的に適用してデコードを実行する方法を例示する図である。

50

【図 27】本発明が適用されることができ実施形態として、順方向縮小された二次変換 (forward reduced secondary transform) 及び逆方向縮小された二次変換 (forward reduced secondary transform) の一例及び、これを誘導するための疑似コードを例示する図である。

【図 28】本発明が適用されることができ実施形態として、順方向縮小された二次変換 (forward reduced secondary transform) 及び逆方向縮小された二次変換 (forward reduced secondary transform) の一例及び、これを誘導するための疑似コードを例示する図である。

【図 29】本発明が適用される実施形態として、正方形でない領域に縮小された二次変換を適用する方法を例示する図である。

【図 30】本発明が適用される実施形態として、縮小因子によって制御される縮小された変換を例示する図である。

【図 31】本発明が適用される実施形態に係る逆変換部例示する図である。

【図 32】本発明が適用されるビデオコーディングシステムを示す。

【図 33】本発明が適用される実施形態として、コンテンツストリーミングシステム構造図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、添付された図面を参照して、本発明の実施形態の構成とその作用を説明し、図面によって説明される本発明の構成と作用は、一つの実施形態として説明されるものであり、これによって、本発明の技術的思想とその核心構成及び作用が制限されることはない。

【0024】

さらに、本発明で使用される用語は、できる限り、現在広く使用される一般的な用語を選択したが、特定の場合には、出願人が任意に選定した用語を使用して説明する。そのような場合には、該当部分の詳細な説明で、その意味を明確に記載するため、本発明の説明で使用された用語の名称のみで単純に解釈されてはならないものであり、その対応する用語の意味まで把握して解釈されるべきであることを明らかにしておく。

【0025】

また、本発明で使用される用語は、発明を説明するために選択された一般的な用語であるが、同様の意味を有する他の用語がある場合、より適切な解釈のために代替可能である。例えば、信号、データ、サンプル、ピクチャ、フレーム、ブロックなどの場合、各コーディングの過程で適切に代替されて解釈されることができ、また、パーティショニング (partitioning)、分解 (decomposition)、スプリーツ加工 (splitting) 及び分割 (division) などの場合にも、各コーディングの過程で適切に代替されて解釈されることができ、

【0026】

本文書で MTS (Multiple Transform Selection、以下「MTS」と称する) とは、少なくとも 2 つ以上の変換タイプを用いて変換を実行する方法を意味することができる。これは AMT (Adaptive Multiple Transform) または EMT (Explicit Multiple Transform) にも表現することができ、同様に、Mts_idx も AMT_idx、EMT_idx、tu_Mts_idx、AMT_TU_idx、EMT_TU_idx、変換インデックスまたは変換の組み合わせのインデックスなどのように表現することができ、本発明は、このような表現に限定されない。

【0027】

図 1 は、本発明が適用される実施形態として、ビデオ信号のエンコーディングが行われるエンコーダの概略的なブロック図を示す。

【0028】

図 1 を参照すると、エンコーダ 100 は、映像分割部 110、変換部 120、量子化部 130、逆量子化部 140、逆変換部 150、フィルタリング部 160、復号ピクチャバッファ (DPB: Decoded Picture Buffer) 170、インター予測部 180、イントラ

10

20

30

40

50

予測部 185 及びエントロピーエンコーディング部 190 を含みから構成されることができる。

【0029】

映像分割部 110 は、エンコーダ 100 に入力された入力画像 (Input image) (または、ピクチャ、フレーム) を 1 つ以上の処理ユニットに分割することができる。例えば、前記処理ユニットは、コーディングツリーユニット (CTU: Coding Tree Unit)、コーディングユニット (CU: Coding Unit)、予測ユニット (PU: Prediction Unit) または変換ユニット (TU: Transform Unit) で有り得る。

【0030】

ただし、前記用語は、本発明の説明の便宜のために用いられるだけであり、本発明は、当該用語の定義に限定されない。また、本明細書においては、説明の便宜のために、ビデオ信号をエンコードまたはデコードする過程で用いられる単位としてコーディングユニットという用語を使用するが、本発明は、それに限定されず発明の内容に応じて適切に解釈可能である。

10

【0031】

エンコーダ 100 は、入力映像信号からインター予測部 180 またはイントラ予測部 185 から出力された予測信号 (prediction signal) を減算して残りの信号 (residual signal) を生成することができ、生成された残りの信号は、変換部 120 に転送される。

【0032】

変換部 120 は、残りの信号に変換手法を適用して変換係数 (transform coefficient) を生成することができる。変換プロセスは、クワッドツリー (quadtree) 構造の正方形ブロック、バイナリツリー (binarytree) 構造、三進ツリー (ternary) 構造または非対称ツリー (asymmetric) 構造によって分割されたブロック (正方形または長方形) に適用することができる。

20

【0033】

前記変換部 120 は、複数個の変換 (または変換の組み合わせ) に基づいて変換を実行することができる。このような変換方式を MTS (Multiple Transform Selection) と呼ぶことができる。前記 MTS は AMT (Adaptive Multiple Transform) または EMT (Enhanced Multiple Transform) と呼ぶこともできる。

【0034】

前記 (MTS または AMT、EMT) は、複数個の変換 (または変換の組み合わせ) から適応的に選択される変換 (または変換の組み合わせ) に基づいて実行される変換方式を意味することができる。

30

【0035】

前記複数個の変換 (または変換の組み合わせ) は、本明細書の図 6 で説明する変換 (または変換の組み合わせ) を含むことができる。本明細書において、前記の変換または変換タイプは、例えば、DCT - Type 2、DCT - II、DCT 2、DCT 2 のように表記することができる。

【0036】

前記変換部 120 は次の実施形態を実行することができる。

40

【0037】

本発明は、4x4 ブロックに適用することができる RST の設計方法を提供する。

【0038】

本発明は、4x4 RST を適用する領域の構成、4x4 RST 適用後生成された変換係数の配置方法、配置された変換係数のスキャン順、ブロックごとに生成された変換係数を整理して合わせる方法などを提供する。

【0039】

本発明は、4x4 RST を指定する変換インデックスをコーディングする方法を提供する。

【0040】

50

本発明は、 4×4 RSTを適用したとき許容されない領域に0でない変換係数が存在することを確認して対応する変換インデックスを条件付きでコーディングする方法を提供する。

【0041】

本発明は、最後の0でない変換係数の位置をコーディングした後に、その変換インデックスを条件付きでコーディングした後、許容されない位置に対しては、関連するレジデュアルコーディングを省略する方法を提供する。

【0042】

本発明は、 4×4 RST適用時ルマブロックとクロマブロックに別々異なる変換インデックスのコーディングとレジデュアルコーディングを適用する方法を提供する。

10

【0043】

これに対する具体的な実施形態は、本明細書でさらに詳細に説明する。

【0044】

量子化部130は、変換係数を量子化してエントロピーエンコーディング部190に転送し、エントロピーエンコーディング部190は、量子化された信号(quantized signal)をエントロピーコーディングしてビットストリームに出力することができる。

【0045】

前記変換部120と、前記量子化部130は、別個の機能ユニットで説明されるが、本発明はこれに限定されず、一つの機能ユニットに結合することができる。前記逆量子化部140と、前記逆変換部150の場合にも、同様に一つの機能ユニットに結合することができる。

20

【0046】

量子化部130から出力された量子化された信号(quantized signal)は、予測信号を生成するために用いることができる。例えば、量子化された信号(quantized signal)は、ループ内の逆量子化部140及び逆変換部150を介して逆量子化及び逆変換を適用することにより、残りの信号を復元することができる。復元された残りの信号をインター予測部180またはイントラ予測部185から出力された予測信号(prediction signal)に加えることで復元信号(reconstructed signal)が生成されることができる。

【0047】

一方、前記のような圧縮過程で発生した量子化エラーによってブロック境界が見える劣化が発生することができる。このような現象をブロックング劣化(blocking artifacts)と呼ばれ、これは画質を評価する重要な要素の一つです。このような劣化を低減するためにフィルタ過程を行うことができる。このようなフィルタ処理を介してブロックング劣化を除去するとともに、現在ピクチャの誤差を減らすことによって、画質を向上させることになる。

30

【0048】

フィルタリング部160は、復元信号にフィルタリングを適用して、これを再生装置に出力したり、復号ピクチャバッファ170に転送する。復号ピクチャバッファ170に転送されたフィルタリングされた信号は、インター予測部180から参照ピクチャとして用いられる。このように、フィルタリングされたピクチャを画面間予測モードで参照ピクチャとして用いることにより、画質だけでなく、符号化]効率も向上させることができる。

40

【0049】

復号ピクチャバッファ170は、フィルタ処理されたピクチャをインター予測部180からの参照ピクチャとして使用するために格納することができる。

【0050】

インター予測部180は、復元ピクチャ(reconstructed picture)を参照して、時間的重複性及び/または空間的重複性を除去するために時間的予測、及び/または空間的予測を行う。ここで、予測を実行するために用いる参照ピクチャは、以前の時間に符号化/復号化時のブロック単位で量子化と逆量子化を経て変換された信号であるので、ブロックングアーティファクト(blocking artifact)やリングングアーティファクト(ringing artif

50

act)が存在することができる。

【0051】

したがって、インター予測部180は、このような信号の不連続や量子化による性能低下を解決するために、ローパスフィルタ(lowpass filter)を適用することにより、ピクセル間の信号をサブピクセル単位で補間することができる。ここで、サブピクセルは、補間フィルタを適用して生成された仮想のピクセルを意味し、整数ピクセルは、復元されたピクチャに存在する実際のピクセルを意味する。補間方法としては、線形補間、バイリニア補間(bi-linear interpolation)、ウィナーフィルタ(wiener filter)などが適用されることができる。

【0052】

補間フィルタは、復元ピクチャ(reconstructed picture)に適用され、予測の精度を向上させることができる。例えば、インター予測部180は、整数ピクセルに補間フィルタを適用して補間ピクセルを生成し、補間ピクセル(interpolated pixels)で構成された補間ブロック(interpolated block)を予測ブロック(prediction block)として使用して予測を行うことができる。

【0053】

一方、イントラ予測部185は、現在符号化を進行しようとするブロックの周辺にあるサンプルを参照して、現在のブロックを予測することができる。前記イントラ予測部185は、イントラ予測を実行するために、次のような過程を実行することができる。まず、予測信号を生成するために必要な参照サンプルを準備することができる。そして、準備されたサンプルを用いて予測信号を生成することができる。以後、予測モードを符号化することになる。このとき、参照サンプルは、参照サンプルパディング及び/または参照サンプルのフィルタリングを介して準備することができる。参照サンプルは、予測及び復元過程を経たため、量子化誤差が存在することができる。したがって、このようなエラーを減らすためにイントラ予測に用いられる各予測モードに対して参照サンプルのフィルタリング過程が実行されることができる。

【0054】

前記インター予測部180または前記イントラ予測部185を介して生成された予測信号(prediction signal)は、復元信号を生成するために用いられるか、または残りの信号を生成するために用いられる。

【0055】

図2は、本発明が適用される実施形態として、ビデオ信号のデコードが行われるデコーダの概略的なブロック図を示す。

【0056】

図2を参照すると、デコーダ200は、解析部(図示せず)、エントロピーデコード部210、逆量子化部220、逆変換部230、フィルタリング部240、復号ピクチャバッファ(DPB: Decoded Picture Buffer Unit)250、インター予測部260及びイントラ予測部265を含んで構成されることができる。

【0057】

そして、デコーダ200を介して出力された復元映像信号(reconstructed video signal)は、再生装置を介して再生することができる。

【0058】

デコーダ200は、図1のエンコーダ100から出力された信号を受信することができ、受信された信号は、エントロピーデコード部210を介して、エントロピーデコードすることができる。

【0059】

逆量子化部220においては、量子化ステップサイズ情報を用いて、エントロピーデコードされた信号から変換係数(transform coefficient)を獲得する。

【0060】

逆変換部230においては、変換係数を逆変換して残りの信号(residual signal)を

10

20

30

40

50

獲得することになる。

【0061】

ここで、本発明は、予測モード、ブロックサイズまたはブロック状 (block shape) の内、少なくとも1つによって区分される変換設定のグループ (transform configuration group) 別に変換の組み合わせ (transform combination) を構成する方法を提供し、前記逆変換部230は、本発明によって構成された変換の組み合わせに基づいて逆変換を行うことができる。また、本明細書で説明した実施形態が適用されることができる。

【0062】

前記逆変換部230は次の実施形態を実行することができる。

【0063】

本発明は、縮小された2次変換に基づいて、ビデオ信号を復元する方法を提供する。

【0064】

前記逆変換部230は、2次変換インデックスに対応する2次変換 (secondary transform) を誘導し、前記2次変換を用いて、変換係数のブロックに対して逆方向2次変換を実行し、前記逆方向2次変換が行われたブロックの逆方向1次変換を実行することができる。ここで、前記2次変換は、縮小された2次変換を意味し、前記縮小された2次変換は、N個のレジデュアルデータ (N×1レジデュアルベクトル) が入力されてL個 (L=N) の変換係数データ (L×1変換係数ベクトル) が出力される変換を示す。

【0065】

本発明において、前記縮小された2次変換は、前記現在のブロックの特定領域に適用され、前記特定領域は、前記現在のブロック内の左上側M×M (M=N) 領域であることを特徴とする。

【0066】

本発明において、前記逆方向2次変換が実行されるとき、前記現在のブロック内の分割された4×4ブロックのそれぞれについて、4×4縮小された2次変換が適用されることを特徴とする。

【0067】

本発明において、前記2次変換インデックスを獲得するかどうかは、前記変換係数ブロック内の最後の0でない変換係数の位置に基づいて決定されることを特徴とする。

【0068】

本発明において、前記最後の0でない変換係数が、特定領域に位置しない場合に前記2次変換インデックスは獲得され、前記特定領域は、前記縮小された2次変換が適用される場合、スキャン順序によって変換係数を配置したとき、0でない変換係数が存在することができる位置を除外した残りの領域を表すことを特徴とする。

【0069】

前記逆変換部230は、1次変換インデックスに対応する変換の組み合わせを誘導し、前記変換の組み合わせを用いて、逆方向1次変換を実行することができる。ここで前記1次変換インデックスは、DST7及び/またはDCT8の組み合わせで構成された複数個の変換の組み合わせの内、いずれか1つに対応し、前記変換の組み合わせは、水平変換及び垂直変換で構成される。この時、前記水平変換及び前記垂直変換は、前記DST7または前記DCT8の内、いずれかに1つに対応する。

【0070】

前記逆量子化部220と、前記逆変換部230は、別個の機能ユニットで説明されるが、本発明はこれに限定されず、一つの機能ユニットとして結合することができる。

【0071】

獲得された残りの信号をインター予測部260またはイントラ予測部265から出力された予測信号 (prediction signal) に加えることで復元信号 (reconstructed signal) が生成される。

【0072】

フィルタリング部240は、復元信号 (reconstructed signal) にフィルタリングを

10

20

30

40

50

適用して、これを再生装置に出力したり、復号ピクチャバッファ部 250 に転送する。復号ピクチャバッファ部 250 に転送され、フィルタリングされた信号は、インター予測部 260 から参照ピクチャとして用いられる。

【0073】

本明細書において、エンコーダ 100 の変換部 120 及び各機能ユニットで説明された実施形態は、それぞれデコーダの逆変換部 230 及び対応する機能ユニットにも同様に適用することができる。

【0074】

図 3 は、本発明が適用されることができる実施形態として、図 3 A は、QT (QuadTree、以下「QT」とする)、図 3 B は、BT (Binary Tree、以下「BT」という)、図 3 C は、TT (Ternary Tree、以下「TT」という) 図 3 D は AT (Asymmetric Tree、以下「AT」という) によるブロック分割構造を説明するための図である。

【0075】

ビデオコーディングの 1 つのブロックは、QT (QuadTree) に基づいて分割されることができる。また、QT によって分割された一つのサブブロック (sub block) は、QT を使用して再帰的にさらに分割されることができる。もはや QT 分割されないリーフブロック (leaf block) は、BT (Binary Tree)、TT (Ternary Tree) または AT (Asymmetric Tree) の内、少なくとも一つの方式によって分割されることができる。BT は horizontal BT ($2N \times N$ 、 $2N \times N$) と vertical BT ($N \times 2N$ 、 $N \times 2N$) の二つの形態の分割を有することができる。TT は horizontal TT ($2N \times 1/2N$ 、 $2N \times N$ 、 $2N \times 1/2N$) と vertical TT ($1/2N \times 2N$ 、 $N \times 2N$ 、 $1/2N \times 2N$) の二つの形態の分割を有することができる。AT は horizontal-up AT ($2N \times 1/2N$ 、 $2N \times 3/2N$)、horizontal-down AT ($2N \times 3/2N$ 、 $2N \times 1/2N$)、vertical-left AT ($1/2N \times 2N$ 、 $3/2N \times 2N$)、vertical-right AT ($3/2N \times 2N$ 、 $1/2N \times 2N$) の四つの形態の分割を有することができる。それぞれの BT、TT、AT は BT、TT、AT を使用して再帰的にさらに分割されることができる。

【0076】

前記図 3 A は、QT 分割の例を示す。ブロック A は、QT によって 4 つのサブブロック (A0、A1、A2、A3) に分割されることができる。サブブロック A1 は、再び QT によって 4 つのサブブロック (B0、B1、B2、B3) に分割されることができる。

【0077】

前記図 3 B は、BT 分割の例を示す。QT によってもはや分割されないブロック B3 は、vertical BT (C0、C1) または horizontal BT (D0、D1) に分割されることができる。ブロック C0 のように、それぞれのサブブロックは、horizontal BT (E0、E1) または vertical BT (F0、F1) の形態のように再帰的にさらに分割されることができる。

【0078】

前記 3 C は TT 分割の例を示す。QT によってもはや分割されないブロック B3 は、vertical TT (C0、C1、C2) または horizontal TT (D0、D1、D2) に分割されることができる。ブロック C1 のように、それぞれのサブブロックは、horizontal TT (E0、E1、E2) または vertical TT (F0、F1、F2) の形態のように再帰的にさらに分割されることができる。

【0079】

前記 3 D は AT 分割の例を示す。QT によってもはや分割されないブロック B3 は、vertical AT (C0、C1) または horizontal AT (D0、D1) に分割されることができる。ブロック C1 のように、それぞれのサブブロックは、horizontal AT (E0、E1) または vertical TT (F0、F1) の形態のように再帰的にさらに分割されることができる。

【0080】

一方、BT、TT、AT 分割は一緒に使用して分割が可能である。たとえば、BT によ

10

20

30

40

50

って分割されたサブブロックは、TTまたはATによる分割が可能である。また、TTによって分割されたサブブロックは、BTまたはATによる分割が可能である。ATによって分割されたサブブロックは、BTまたはTTによる分割が可能である。たとえば、horizontal BT分割以後、それぞれのサブブロックがvertical BTに分割されることができ、またはvertical BT分割以後、それぞれのサブブロックがhorizontal BTに分割されることもできる。前記二種類の分割方法は、分割手順は異なるが、最終的に分割される形は同じである。

【0081】

また、ブロックが分割されると、ブロックを探索する順序を多様に定義することができる。一般的に、左側から右側に、上端から下端に探索を行い、ブロックを探索するということは、各分割されたサブブロックの追加的なブロックが分割するかどうかを決定する順序を意味するか、ブロックがもはや分割されない場合、各サブブロックの符号化順序を意味するか、またはサブブロックで他の隣接ブロックの情報を参照するときの探索順序を意味することができる。

10

【0082】

図4及び図5は、本発明が適用される実施形態として、図4は、エンコーダ内の変換及び量子化部(120/130)、逆量子化及び逆変換部(140/150)の概略的なブロック図を示し、図5デコーダ内の逆量子化及び逆変換部(220/230)の概略的なブロック図を示す。

【0083】

前記図4を注意深く見ると、変換、及び量子化部(120/130)は、1次変換部(primary transform unit)121、2次変換部(secondary transform unit)122及び量子化部130を含むことができる。逆量子化及び逆変換部(140/150)は、逆量子化部140、逆方向2次変換部(inverse secondary transform unit)151及び逆1次変換部(inverse primary transform unit)152を含むことができる。

20

【0084】

前記図5を注意深く見ると、逆量子化及び逆変換部(220/230)は、逆量子化部220、逆2次変換部(inverse secondary transform unit)231と逆1次変換部(inverse primary transform unit)232を含むことができる。

30

【0085】

本発明において、変換を実行するときに、複数の段階を経て変換を実行することができる。例えば、図4のように、1次変換(primary transform)、2次変換(secondary transform)の2段階を適用することができ、またはアルゴリズムに基づいて、それ以上の変換ステップが用いられる。ここで、前記1次変換(primary transform)は、主要な変換(core transform)と呼ぶこともできる。

【0086】

前記1次変換部(primary transform unit)121は、残りの信号に対して1次変換(primary transform)を適用することができ、ここで前記1次変換(primary transform)は、エンコーダ及び/またはデコーダでテーブルに予め定義することができる。

40

【0087】

前記1次変換(primary transform)の場合、Discrete Cosine Transform type 2(以下、「DCT2」という)が適用されることができる。

【0088】

または、特定の場面に限定してDiscrete Sine Transform-type 7(以下、「DST7」という)が適用されることもある。例えば、イントラ予測モードで4×4ブロックに対してDST7が適用されることができる。

【0089】

また、前記1次変換(primary transform)の場合、MTS(Multiple Transform Selection)の多くの変換(DST7、DCT8、DST1、DCT5)の組み合わせ

50

が適用されることもある。例えば、図6が適用されることがある。

【0090】

前記2次変換部 (secondary transform unit) 122は、1次変換された信号に対して2次変換 (secondary transform) を適用することができ、ここで前記2次変換 (secondary transform) は、エンコーダ及び/またはデコーダでテーブルに予め定義することができる。

【0091】

一実施形態として、前記2次変換 (secondary transform) は、Non-Separable Secondary Transform (以下、「NST」という) を条件付きで適用することができる。例えば、前記NSTはイントラ予測ブロックの場合にのみ適用され、予測モードグループごとに適用可能な変換セットを有することができる。

10

【0092】

ここで、前記予測モードグループは、予測方向の対称性に基づいて設定されることができる。例えば、予測モード52と予測モード16は、予測モード34 (対角方向) に基づいて対称なので、1つのグループを形成して、同じ変換セット (transform set) が適用されることができる。この時、前記予測モード52の変換を適用するときに入力データをトランスポーズ (transpose) した後に適用し、これは予測モード16と変換セットが同じであるからである。

【0093】

一方、プランナーモード (Planar mode) とDCモード (DC mode) の場合、方向の対称性が存在しないため、それぞれの変換セットを有し、該変換セットは、2つの変換で構成されることができる。残りの方向性モードにたいしては、変換セットごとに3つの変換で構成されることができる。

20

【0094】

他の実施形態として、前記2次変換 (secondary transform) の場合、MTS (Multiple Transform Selection) の多くの変換 (DST7、DCT8、DST1、DCT5) の組み合わせが適用されることがもできる。例えば、図6が適用されることができる。

【0095】

他の実施形態として、DST7が2次変換 (secondary transform) で適用されることもできる。

30

【0096】

他の実施形態として、前記2次変換は、1次変換されたブロック全体に適用されるものではなく左上側 (top-left) の特定領域にのみ適用されることができる。例えば、ブロックのサイズが8×8以上の場合、8×8 NSTが適用され、8×8未満の場合、4×4の2次変換が適用されることができる。この際、4×4ブロックに割った後、それぞれ4×4 2次変換が適用されることができる。

【0097】

他の実施形態として、4×N/N×4 (N = 16) である場合にも、4×4の2次変換が適用されることができる。

【0098】

前記2次変換 (例えば、NST)、4×4の2次変換と8×8の2次変換については、以下で図12～15及び明細書の内の他の実施形態を介してより詳細に説明する。

40

【0099】

前記量子化部130は、2次変換された信号に対して量子化を行うことができる。

【0100】

前記逆量子化及び逆変換部 (140/150) は、先に説明した過程を逆に実行し、重複する説明は省略する。

【0101】

図5は、デコーダ内の逆量子化及び逆変換部 (220/230) の概略的なブロック図を示す。

50

【 0 1 0 2 】

前記図 5 を注意深く見ると、逆量子化及び逆変換部 (2 2 0 / 2 3 0) は、逆量子化部 2 2 0、逆 2 次変換部 (inverse secondary transform unit) 2 3 1 及び逆 1 次変換部 (inverse primary transform unit) 2 3 2 を含むことができる。

【 0 1 0 3 】

前記逆量子化部 2 2 0 においては、量子化ステップサイズ情報を用いて、エントロピーデコードされた信号から変換係数 (transform coefficient) を獲得する。

【 0 1 0 4 】

前記逆 2 次変換部 (inverse secondary transform unit) 2 3 1 においては、前記変換係数に対して逆 2 次変換を実行する。ここで、前記逆 2 次変換は、前記図 4 で説明した前記 2 次変換 (secondary transform) の逆変換を示す。

10

【 0 1 0 5 】

他の実施形態として、前記 2 次変換の場合には、M T S (Multiple Transform Selection) の多くの変換 (D S T 7、D C T 8、D S T 1、D C T 5) の組み合わせが適用されることもできる。例えば、図 6 が適用されることことができる。

【 0 1 0 6 】

前記逆 1 次変換部 (inverse primary transform unit) 2 3 2 は、逆 2 次変換された信号 (またはブロック) について逆 1 次変換を実行し、残りの信号 (residual signal) を獲得することになる。ここで、前記逆 1 次変換は、前記図 4 で説明した前記 1 次変換 (primary transform) の逆変換を示す。

20

【 0 1 0 7 】

一実施形態で、前記 1 次変換 (primary transform) の場合、M T S (Multiple Transform Selection) の多くの変換 (D S T 7、D C T 8、D S T 1、D C T 5) の組み合わせが適用されることもできる。例えば、図 6 が適用されることことができる。

【 0 1 0 8 】

本発明の一実施形態として、D S T 7 が 1 次変換 (primary transform) で適用されることことができる。

【 0 1 0 9 】

本発明の一実施形態として、D C T 8 が 1 次変換 (primary transform) に適用されることことができる。

30

【 0 1 1 0 】

本発明は、予測モード、ブロックサイズまたはブロック状 (block shape) の内、少なくとも 1 つによって区分される変換設定のグループ (transform configuration group) 別に変換の組み合わせ (transform combination) を構成する方法を提供し、前記逆 1 次変換部 (inverse primary transform unit) 2 3 2 は、本発明によって構成された変換の組み合わせに基づいて逆変換を行うことができる。また、本明細書で説明した実施形態が適用されることことができる。

【 0 1 1 1 】

図 6 は、本発明が適用される実施形態として、M T S、(Multiple Transform Selection) が適用される変換設定のグループ (transform configuration group) を示す表である。

40

【 0 1 1 2 】

M T S (Multiple Transform Selection) が適用される変換設定のグループ

【 0 1 1 3 】

本明細書においては、変換設定のグループ G_i の j 番目の変換の組み合わせの候補を次の数式 (1) のようなペア (対) で表示する。

【 0 1 1 4 】

[数 1]

($H (G_i, j)$ 、 $V (G_i, j)$)

【 0 1 1 5 】

50

ここで、 $H(G_i, j)$ は、 j 番目の候補の水平変換 (horizontal transform) を指し、 $V(G_i, j)$ は、 j 番目の候補の垂直変換 (vertical transform) を指す。例えば、図 6 で $H(G_3, 2) = DST7$ 、 $V(G_3, 2) = DCT8$ のように表記することができる。文脈に応じて $H(G_i, j)$ または $V(G_i, j)$ に割り当てられる値は、前記の例示のように変換を区分するための表示上の値 (nominal value) で有り得、該変換を指すインデックス値で有り得、該変換の 2D 行列 (2 Dimensional matrix) で有り得る。

【0116】

また、本明細書において、DCT と DST の 2D 行列の値を次の数式 2 ~ 3 のように表記することができる。

【0117】

[数 2]

DCT type 2 :、DCT type 8 :

【0118】

[数 3]

DST type 7 :、DST type 4 :

【0119】

ここで、DST または DCT であるかどうかは、S または C で表し、type 数字はローマ数字の形で上添字表記し、下部添字の N は $N \times N$ 変換であることを示す。また、前記

C_N^H

と

S_N^{IV}

のような 2D 行列は、列ベクトル (column vector) が変換基底 (transform basis) をなすことを仮定する。

【0120】

前記図 6 を注意深く見ると、変換設定のグループ (transform configuration group) は、予測モードに基づいて決定され、グループの数は、総 6 個 ($G_0 \sim G_5$) で有り得る。そして、 $G_0 \sim G_4$ は、イントラ予測が適用される場合に該当し G_5 はインター予測によって生成された残差 (residual) ブロックに適用される変換の組み合わせ (または変換セット、変換の組み合わせセット) を示す。

【0121】

一つの変換の組み合わせは、該 2D ブロックの行 (row) に適用される水平変換 (horizontal transform) (または行変換 (rowtransform)) と列 (column) に適用される垂直変換 (vertical transform) (または列変換 (column transform)) で行うことができる。

【0122】

ここで、すべての変換設定のグループは、各 4 つの変換の組み合わせ候補を有することができる。前記 4 つの変換の組み合わせ候補は 0 ~ 3 の変換の組み合わせのインデックスを介して選択または決定することができ、エンコーダからデコーダに前記変換の組み合わせのインデックスをエンコードして転送することができる。

【0123】

一実施形態として、イントラ予測を介して獲得された残差データ (または残差信号) は、イントラ予測モードに応じて、その統計的特性がそれぞれ異なることができる。したがって、前記図 6 に示すように、イントラ予測モードごとに、一般的なコサイン変換ではなく、別の変換を適用することができる。

【0124】

10

20

30

40

50

前記図 6 を注意深く見ると、35 個のイントラ予測モードを用いる場合と 67 個のイントラ予測モードを用いる場合を示す。各イントラ予測モードの列で区分された変換設定グループごとに複数の変換の組み合わせが適用されることができる。例えば、前記複数の変換の組み合わせは、4 つの（行方向の変換、列方向変換）組み合わせで構成されることができる。具体例として、グループ 0 では、行（水平）方向と列（垂直）方向の全て D S T - 7 と D C T - 5 が適用されることができ、総 4 つの組み合わせが可能である。

【 0 1 2 5 】

各イントラ予測モードに対して、総 4 つの変換カーネルの組み合わせが適用されることがあるので、それらの内、いずれか 1 つを選択するための変換の組み合わせのインデックスが変換ユニット（transform unit）ごとに転送されることができる。本明細書において、前記変換の組み合わせのインデックスは、M T S インデックス（M T S index）と呼ぶことができ、Mts_idx で表現されることができる。

10

【 0 1 2 6 】

また、前記図 6 に提示した変換カーネル以外にも、残差信号（residual signal）の特性上、行方向と列方向全てに対して D C T 2 が最適な場合が発生することができる。したがって、コーディングユニット（Coding Unit）毎に M T S フラグを定義することにより、適応的に変換を実行することができる。ここで、M T S フラグが 0 であれば、行方向と列方向の全てに対して D C T 2 を適用し、M T S フラグが 1 であれば、M T S インデックスを介して、4 つの組み合わせの内、いずれか 1 つを選択または決定することができる。

【 0 1 2 7 】

一実施形態として、M T S フラグが 1 である場合、1 つの変換ユニットに対して 0 ではない変換係数の数がしきい値より大きくなければ、前記図 6 の変換カーネルを適用せずに行方向と列方向の全てに D S T - 7 を適用することができる。例えば、前記しきい値は 2 で設定されることができ、これはブロックサイズまたは変換ユニットのサイズに基づいて、異なるように設定することができる。これは明細書の他の実施形態においても適用可能である。

20

【 0 1 2 8 】

一実施形態として、変換係数の値を先に解析して、0 でない変換係数の数がしきい値より大きくなければ、M T S、インデックスを解析せずに D S T - 7 を適用することにより、付加情報転送量を削減することができる。

30

【 0 1 2 9 】

一実施形態として、M T S フラグが 1 である場合、1 つの変換ユニットに対して 0 ではない変換係数の数がしきい値より大きいと M T S インデックスを解析して、M T S インデックスに基づいて、水平変換と垂直変換を決定することができる。

【 0 1 3 0 】

一実施形態として、M T S は変換ユニットの幅と高さが全て 3 2 以下の場合にのみ、適用することができる。

【 0 1 3 1 】

一実施形態として、前記図 6 は、オフライントレーニング（off-line training）を介して既設定されることができる。

40

【 0 1 3 2 】

一実施形態として、前記 M T S インデックスは、水平変換と垂直変換の組み合わせを同時に指すことができる 1 つのインデックスとして定義することができる。または、前記 M T S インデックスは、水平変換のインデックスと垂直変換インデックスを別々に定義することもできる。

【 0 1 3 3 】

一実施形態として、前記 M T S フラグまたは前記 M T S インデックスは、シーケンス、ピクチャ、スライス、ブロック、コーディングユニット、変換ユニット、または予測ユニットの内、少なくとも一つのレベルで定義することができる。例えば、前記 M T S フラグまたは前記 M T S インデックスは S P S（Sequence Parameter Set）、コーディングユ

50

ニットまたは変換ユニットの内、少なくとも一つのレベルで定義することができる。また、一例として、M T Sのenable / disableのための構文フラグはS P S (Sequence Parameter Set)、P P S (Picture parameter set) またはスライスヘッダ (slice header) の内、少なくとも一つのレベルで定義することができる。

【 0 1 3 4 】

他の実施形態として、変換インデックスに対応する変換の組み合わせ (水平変換、垂直変換) は、M T Sフラグ、予測モード及び/またはブロックの形とに依存せず構成することができる。例えば、前記の変換の組み合わせは、D C T 2、D S T 7及び/またはD C T 8の内、少なくとも一つで構成されることができる。具体例として、変換インデックスが0、1、2、3、4であれば、それぞれ前記変換の組み合わせは、(D C T 2、D C T 2)、(D S T 7、D S T 7)、(D C T 8、D S T 7)、(D S T 7、D C T 8)、(D C T 8、D C T 8) で有り得る。

10

【 0 1 3 5 】

図7は、本発明が適用される実施形態として、M T S (Multiple Transform Selection) が行われるエンコード過程を示すフローチャートである。

【 0 1 3 6 】

本明細書においては、基本的に、水平方向と垂直方向に対し分離して変換を適用する実施形態を説明しているが、変換の組み合わせは、非分離変換 (non-separable transform) にも構成が可能である。

【 0 1 3 7 】

または、分離可能な変換 (separable transform) と非分離変換 (non-separable transform) の混合でも構成することができる。この場合、非分離変換 (non-separable transform) がもちいられると、行/列 (row / column) 別の変換選択や水平/垂直 (horizontal / vertical) 方向別の選択は不要になり、分離可能な変換 (separable transform) が選択される場合にのみ、前記図6の変換の組み合わせが用いられる。

20

【 0 1 3 8 】

また、本明細書で提案する方式は、1次変換 (primary transform) や2次変換 (secondary transform) に関係なく適用することができる。即ち、二つの内、どちらか一方にのみ適用されなければならないという制約がなく、両方とも適用することができる。ここで、前記1次変換 (primary transform) は、残差 (residual) ブロックを最初に変換するための変換を意味することができ、前記2次変換 (secondary transform) は、前記1次変換の結果として生成されたブロックについての変換を適用するための変換を意味することができる。

30

【 0 1 3 9 】

まず、エンコーダは、現在のブロックに対応する変換設定のグループを決定することができる (S 7 1 0)。ここで、前記変換設定のグループは、前記図6の変換設定のグループを意味することができるが、本発明はこれに限定されず、他の変換の組み合わせで構成されることもできる。

【 0 1 4 0 】

前記エンコーダは、前記変換設定グループ内の利用可能な候補変換の組み合わせに対して変換を実行することができる (S 7 2 0)。

40

【 0 1 4 1 】

前記変換実行結果、前記エンコーダは、R D (Rate Distortion) コストが最小の変換の組み合わせを決定または選択することができる (S 7 3 0)。

【 0 1 4 2 】

前記エンコーダは、前記選択された変換の組み合わせに対応する変換の組み合わせのインデックスをエンコードすることができる (S 7 4 0)。

【 0 1 4 3 】

図8は、本発明が適用される実施形態として、M T S (Multiple Transform Selection) が行われるデコード過程を示すフローチャートである。

50

【0144】

まず、デコーダは、現在のブロックのための変換設定のグループを決定することができる(5810)。

【0145】

前記デコーダは、ビデオ信号から変換の組み合わせのインデックスを解析(または獲得)することができ、ここで前記変換の組み合わせのインデックスは、前記変換設定グループ内の複数の変換の組み合わせの内、いずれか1つに対応することができる(5820)。例えば、前記変換設定のグループは、DST7(Discrete Sine Transform type 7)及びDCT8(Discrete Cosine Transform type 8)を含むことができる。前記変換の組み合わせのインデックスは、MTSインデックスと呼ぶことができる。

10

【0146】

一実施形態として、前記変換設定のグループは、現在のブロックの予測モード、ブロックサイズまたはブロック状の内、少なくとも一つに基づいて設定されることができる。

【0147】

前記デコーダは、前記変換の組み合わせのインデックスに対応する変換の組み合わせを誘導することができる(5830)。ここで、前記変換の組み合わせは、水平変換及び垂直変換で構成され、前記DST-7またはDCT-8の内、少なくとも一つを含むことができる。

【0148】

また、前記変換の組み合わせは、前記図6で説明した変換の組み合わせを意味することができるが、本発明はこれに限定されない。すなわち、本明細書の内、他の実施形態に係る他の変換の組み合わせによる構成も可能である。

20

【0149】

前記デコーダは、前記変換の組み合わせに基づいて前記現在のブロックの逆変換を行うことができる(5840)。前記変換の組み合わせが行(水平)変換と列(垂直)変換で構成された場合、行(水平)変換を先に適用した後、列(垂直)変換を適用することができる。ただし、本発明はこれに限定されず、逆に適用されるか、または非分離変換で構成された場合には、すぐに非分離変換が適用されることができる。

【0150】

実施形態として、前記垂直変換または前記水平変換が、前記DST-7またはDCT-8である場合、前記DST-7の逆変換またはDCT-8の逆変換を列ごとに適用した後、行ごとに適用することができる。

30

【0151】

一実施形態として、前記垂直変換または前記水平変換は、各行ごとに、及び/または各列(ごと)に別の変換が適用されることができる。

【0152】

一実施形態として、前記変換の組み合わせのインデックスは、MTSが実行されるかどうかを示すMTSフラグに基づいて獲得することができる。すなわち、前記変換の組み合わせのインデックスは、前記MTSフラグに基づいてMTSが実行される場合に獲得することができる。

40

【0153】

一実施形態として、前記デコーダは、0でない変換係数の数がしきい値より大きいかどうかを確認することができる。この際、前記変換の組み合わせのインデックスは、前記0でない変換係数の数がしきい値より大きい場合に獲得することができる。

【0154】

一実施形態として、前記MTSフラグまたは前記MTSインデックスは、シーケンス、ピクチャ、スライス、ブロック、コーディングユニット、変換ユニット、または予測ユニットの内、少なくとも一つのレベルで定義することができる。

【0155】

一実施形態として、前記逆変換は、変換ユニットの幅と高さの全てが32以下の場合に

50

のみ、適用することができる。

【0156】

一方、他の一実施形態として、変換設定のグループを決定する過程と変換の組み合わせのインデックスを解析(parsing)する過程は、同時に実行することができる。または前記S810のステップは、エンコーダ及び/またはデコーダで既設定されて省略されることができる。

【0157】

図9は、本発明が適用される実施形態として、MTSフラグ及びMTSインデックスをエンコードする過程を説明するためのフローチャートである。

【0158】

エンコーダは、現在のブロックのMTS (Multiple Transform Selection) が適用されるかどうかを決定することができる (S910)。

【0159】

もし、MTS (Multiple Transform Selection) が適用される場合、前記エンコーダは、MTSフラグ = 1でエンコードすることができる (S920)。

【0160】

そして、前記エンコーダは、前記現在のブロックの予測モード、水平変換、垂直変換の内、少なくとも一つに基づいて、MTSインデックスを決定することができる (S930)。ここで、MTSインデックスは、各イントラ予測モードに対して複数個の変換の組み合わせの内、いずれか1つを指すインデックスを意味し、前記MTSインデックスは、変換ユニット (transform unit) ごとに転送されることができる。

【0161】

前記MTSインデックスが決定されると、前記エンコーダは、前記MTSインデックスをエンコードすることができる (S940)。

【0162】

一方、前記MTS (Multiple Transform Selection) が適用されない場合、前記エンコーダは、MTSフラグ = 0にエンコードすることができる (S950)。

【0163】

図10は、本発明が適用される実施形態として、MTS、フラグとMTSインデックスに基づいて、水平変換または垂直変換を行または列に適用するデコード過程を説明するためのフローチャートである。

【0164】

デコーダは、ビットストリームからMTSフラグを解析することができる (S1010)。ここで、MTSフラグは、現在のブロックのMTS (Multiple Transform Selection) が適用されるかどうかを示すことができる。

【0165】

前記デコーダは、前記MTSフラグに基づいて、現在のブロックのMTS (Multiple Transform Selection) が適用されるかどうかを確認することができる (S1020)。例えば、前記のMTSフラグが1かであることを確認することができる。

【0166】

もし、前記MTSフラグが1である場合、前記デコーダは、0でない変換係数の数がしきい値よりも大きいか (またはそれ以上であるか) かどうかを確認することができる (S1030)。例えば、前記しきい値は2に設定されることができ、これはブロックサイズまたは変換ユニットのサイズに基づいて、異なるように設定することができる。

【0167】

前記0でない変換係数の数がしきい値より大きい場合、前記デコーダはMTS、インデックスを解析することができる (S1040)。ここで、前記MTSインデックスは、各イントラ予測モードまたはインター予測モードについて複数個の変換の組み合わせの内、いずれか1つを指すインデックスを意味し、前記MTSインデックスは、変換ユニット (transform unit) ごとに転送されることができる。または、前記MTSインデックスは既

10

20

30

40

50

設定され変換の組み合わせテーブルに定義されたいずれか1つの変換の組み合わせを指すインデックスを意味することができ、ここで前記既設定された変換の組み合わせのテーブルは、前記図6を意味することができるが、本発明はこれに限定されない。

【0168】

前記デコーダは、前記MTSインデックスまたは予測モードの内、少なくとも一つに基づいて、水平変換及び垂直変換を誘導または決定することができる(S1050)。

【0169】

または、前記デコーダは、前記MTSインデックスに対応する変換の組み合わせを誘導することができる。例えば、前記デコーダは、前記MTSインデックスに対応される水平変換及び垂直変換を誘導または決定することができる。

10

【0170】

一方、前記0でない変換係数の数がしきい値より大きくない場合、前記デコーダは既設定された垂直逆変換を列ごとに適用することができる(S1060)。例えば、前記垂直逆変換は、DST7の逆変換で有り得る。

【0171】

そして、前記デコーダは既設定された水平逆変換を行ごとに適用することができる(S1070)。例えば、前記水平逆変換は、DST7の逆変換で有り得る。すなわち、前記0でない変換係数の数がしきい値より大きくない場合には、エンコーダまたはデコーダで既設定された変換カーネルが用いられることができる。例えば、前記図6のような変換の組み合わせテーブルで定義されたものではなく、多く用いられる変換カーネル(例えば、DCT-2、DST-7、DCT-8)が用いられる。

20

【0172】

一方、前記MTSフラグが0である場合、前記デコーダは既設定された垂直逆変換を列ごとに適用することができる(S1080)。例えば、前記垂直逆変換は、DCT2の逆変換で有り得る。

【0173】

そして、前記デコーダは、既設定された水平逆変換を行ごとに適用することができる(S1090)。例えば、前記水平逆変換は、DCT2の逆変換で有り得る。つまり、MTSフラグが0である場合には、エンコーダまたはデコーダで既設定された変換カーネルが用いられる。例えば、前記図6のような変換の組み合わせテーブルで定義されたものではなく、多く用いられる変換カーネルが利用されることができる。

30

【0174】

図11は、本発明が適用される実施形態として、変換関連パラメータに基づいて逆変換を実行するフローチャートを示す。

【0175】

本発明が適用されるデコーダは、sps_mts_intra_enabled_flagまたはsps_mts_inter_enabled_flagを獲得することができる(S1110)。ここで、sps_mts_intra_enabled_flagはtu_mts_flagがイントラコーディングユニットのレジデュアルコーディング構文に存在するかどうかを示す。たとえば、sps_mts_intra_enabled_flag = 0であれば、tu_mts_flagがイントラコーディングユニットのレジデュアルコーディング構文に存在せず、sps_mts_intra_enabled_flag = 0であれば、tu_mts_flagがイントラコーディングユニットのレジデュアルコーディング構文に存在する。そして、sps_mts_inter_enabled_flagはtu_mts_flagがインターコーディングユニットのレジデュアルコーディング構文に存在するかどうかを示す。たとえば、sps_mts_inter_enabled_flag = 0であれば、tu_mts_flagがインターコーディングユニットのレジデュアルコーディング構文に存在せず、sps_mts_inter_enabled_flag = 0であれば、tu_mts_flagがインターコーディングユニットのレジデュアルコーディング構文に存在する。

40

【0176】

前記デコーダは、sps_mts_intra_enabled_flagまたはsps_mts_inter_enabled_flagに基づいてtu_mts_flagを獲得することができる(S1120)。たとえば、sps_mts

50

_intra_enabled_flag = 1 または sps_mts_inter_enabled_flag = 1 の時、前記デコーダは tu_mts_flag を獲得することがある。ここで、tu_mts_flag は多変換の選択 (multiple transform selection、以下「M T S」という) がルマ変換ブロックのレジデュアルサンプルに適用されるかどうかを示す。たとえば、tu_mts_flag = 0 の場合、M T S がルマ変換ブロックのレジデュアルサンプルに適用されず、tu_mts_flag = 1 であれば M T S がルマ変換ブロックのレジデュアルサンプルに適用される。

【0177】

他の例として、前記 tu_mts_flag について本文書の実施形態の内、少なくとも1つが適用されることができる。

【0178】

前記デコーダは tu_mts_flag に基づいて mts_idx を獲得することができる (S 1 1 3 0)。たとえば、tu_mts_flag = 1 のとき、前記デコーダは mts_idx を獲得することができる。ここで、mts_idx はどの変換カーネルが現在の変換ブロックの水平及び/または垂直方向に沿ったルマレジデュアルサンプルに適用されるかを示す。

【0179】

例えば、mts_idx について、本文書の実施形態の内、少なくとも1つが適用されることができる。具体例として、前記図6の実施形態の内、少なくとも1つが適用されることができる。

【0180】

前記デコーダは mts_idx に対応する変換カーネルを誘導することができる (S 1 1 4 0)。例えば、前記 mts_idx に対応する変換カーネルは、水平変換及び垂直変換に区分されて定義することができる。

【0181】

他の例として、前記水平変換及び垂直変換は、互いに異なる変換カーネルが適用されることができる。ただし、本発明はこれに限定されず、前記水平変換及び垂直変換は、同じ変換カーネルが適用されることもある。

【0182】

一実施形態で、mts_idx は、以下の表1に示すように定義することができる。

【0183】

【表1】

Mts_idx [x0][y0]	trTypeHor	trTypeVer
0	0	0
1	1	1
2	2	1
3	1	2
4	2	2

【0184】

そして、前記デコーダは、前記変換カーネルに基づいて逆変換を行うことができる (S 1 1 5 0)。

【0185】

前記図11では、M T S が適用するかどうかを決定するために tu_mts_flag を獲得し、以後獲得された tu_mts_flag 値に基づいて mts_idx を獲得して、変換カーネルを決定する実施形態を中心に説明したが、本発明はこれに限定されない。一例として、デコーダは、tu_mts_flag 解析せずに mts_idx をすぐ直接に解析して変換カーネルを決定することができる。この場合、前述した表1が用いられる。つまり、mts_idx 値が0を指示する場合、水平/垂直方向に D C T - 2 を適用し、mts_idx 値が0以外の値を指示する場合、mts_idx 値に基づいて D S T - 7 及び/または D C T - 8 を適用することができる。

【0186】

10

20

30

40

50

本発明の他の実施形態として、変換過程を実行するデコード過程を説明する。

【0187】

デコーダは、変換サイズ ($nTbS$) を確認することができる (S10)。ここで、前記変換サイズ ($nTbS$) は、スケールされた変換係数の水平方向のサンプルサイズを表す変数で有り得る。

【0188】

前記デコーダは、変換カーネルタイプ ($trType$) を確認することができる (S20)。ここで、前記変換カーネルタイプ ($trType$) は変換カーネルのタイプを表す変数で有り得、本文書の様々な実施形態が適用されることができる。前記変換カーネルタイプ ($trType$) は、水平変換カーネルタイプ ($trTypeHor$) と垂直変換カーネルタイプ ($trTypeVer$) を含むことができる。

10

【0189】

前記表1を参照すれば、前記変換カーネルタイプ ($trType$) が0であろうと、DCT2を示し、1であるとDST7を示し、2であるとDCT8を示すことができる。

【0190】

前記デコーダは、変換サイズ ($nTbS$) または変換カーネルタイプの内、少なくとも一つに基づいて、変換行列の乗算を行うことができる (S30)。

【0191】

他の例として、変換カーネルタイプが1であり、変換サイズが4であれば、変換行列の乗算を実行する際既決定された変換行列1が適用されることができる。

20

【0192】

他の例として、変換カーネルタイプが1であり、変換サイズが8であれば、変換行列の乗算の実行際既決定された変換行列2が適用されることができる。

【0193】

他の例として、変換カーネルタイプが1であり、変換サイズが16であれば、変換行列の乗算の実行際既決定された変換行列3が適用されることができる。

【0194】

他の例として、変換カーネルタイプが1であり、変換サイズが32であれば、既定議された変換行列4が適用されることができる。

【0195】

同様に、変換カーネルタイプが2であり、変換サイズが4、8、16、または32であれば、それぞれ既定議された変換行列(5)、(6)、(7)、(8)が適用されることができる。

30

【0196】

ここで、前記既定議された変換行列(1)~(8)は、それぞれ、様々なタイプの変換行列の内、いずれか1つに対応することができる。一例として、前記図6に例示されたタイプの変換行列が適用されることができる。

【0197】

前記デコーダは、変換行列の乗算に基づいて変換サンプル(または変換係数)を誘導することができる (S40)。

40

【0198】

前記実施形態は、それぞれ用いられるが、本発明はこれに限定されず、前記実施形態及び本明細書の他の実施形態と組み合わせて用いられる。

【0199】

図12は、本発明が適用される実施形態として、NSTでイントラ予測モードごとに変換セット(transform set)を割り当てることを示すテーブルである。

【0200】

Non-Separable Secondary Transform (NST)

【0201】

2次変換部 (secondary transform unit) は、1次変換された信号に対して2次変換 (

50

secondary transform)を適用することができ、ここで前記2次変換(secondary transform)は、エンコーダ及び/またはデコーダでテーブルに既定儀されることができる。

【0202】

一実施形態として、前記2次変換(secondary transform)は、Non-Separable Secondary Transform(以下、「NST」という)を条件付きで適用することができる。例えば、前記NSTはイントラ予測ブロックの場合にのみ適用され、予測モードグループごとに適用可能な変換セットを有することができる。

【0203】

ここで、前記予測モードグループは、予測方向の対称性に基づいて設定されることができる。例えば、予測モード52と予測モード16は、予測モード34(対角方向)に基づいて対称なので、1つのグループを形成して、同じ変換セット(transform set)が適用されることができる。この時、前記予測モード52の変換を適用するときに入力データをトランスポーズ(transpose)した後に適用し、これは予測モード16と変換セットが同じだからである。

10

【0204】

一方、プランナーモード(Planar mode)とDCモード(DC mode)の場合、方向の対称性が存在しないため、それぞれの変換セットを有し、該変換セットは、2つの変換で構成されることができる。残りの方向性モードに対しては、変換セットごとに3つの変換で構成されることができる。ただし、本発明はこれに限定されず、各変換セットは、複数個の変換で構成されることができる。

20

【0205】

一実施形態において、図12に示されるところと他の変換セットテーブルが定義されることができる。たとえば、次の表2のように、イントラ予測モード(またはイントラ予測モードグループ)に基づいて、予め定義されたテーブルからの変換セットを決定することができる。イントラ予測モードに応じて決定された変換セット内で特定の変換を指示する構文がエンコーダからデコーダにシグナリングすることができる。

【0206】

【表2】

IntraPredMode	Tr. set index
IntraPredMode < 0	1
0 <= IntraPredMode <= 1	0
2 <= IntraPredMode <= 12	1
13 <= IntraPredMode <= 23	2
24 <= IntraPredMode <= 44	3
45 <= IntraPredMode <= 55	2
56 <= IntraPredMode	1

30

【0207】

表2を参照すると、グループ化されたイントラ予測モード(またはイントラ予測モードグループ)に予め定義された変換セット(transform set)を割り当てることができる。ここで、IntraPredMode値はWAIP(Wide Angle Intra Prediction)を考慮して、変換されたモード値で有り得る。

40

【0208】

図13は、本発明が適用される実施形態であって、ギボンス回転(Givens rotation)の計算フロー図を示す。

【0209】

他の実施形態として、前記NSTは1次変換されたブロック全体に適用されるものではなく左上側(top-left)8x8領域にのみ適用されることができる。例えば、ブロック

50

のサイズが 8×8 以上の場合は、 8×8 NSS T が適用され、 8×8 未満の場合は、 4×4 NSS T が適用されるが、この時、 4×4 ブロックに分けた後、それぞれ 4×4 NSS T が適用される。

【0210】

他の実施形態として、 $4 \times N / N \times 4$ ($N = 16$) である場合にも、 4×4 NSS T が適用されることができる。

【0211】

8×8 NSS T と 4×4 NSS T すべて本文書で説明する変換の組み合わせの構成にしたがって、非分離変換 (non-separable transform) であるため、 8×8 NSS T は 64 個のデータの入力を受け、64 個のデータを出力し、 4×4 NSS T は、16 個の入力と 16 個の出力を有する。

10

【0212】

8×8 NSS T と 4×4 NSS T すべてギボンス回転 (Givens rotation) の階層的な組み合わせで構成される。一つのギボンス回転 (Givens rotation) に対応する行列は次の数式 (4) と同じであり、行列の積は次数式 5 の通りである。

【0213】

【数 4】

$$R_{\theta} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}$$

20

【0214】

【数 5】

$$t_m = x_m \cos \theta - x_n \sin \theta$$

$$t_n = x_m \sin \theta + x_n \cos \theta$$

【0215】

前記図 13 のように、一つのギボンス回転 (Givens rotation) は、2 つのデータを回転させるので、64 個 (8×8 NSS T の場合) または 16 個の (4×4 NSS T の場合) のデータを処理するためには、それぞれ総 32 個または 8 つのギボンス回転 (Givens rotation) が必要である。

30

【0216】

したがって、32 個または 8 個を束にしてギボンス回転層 (Givens rotation layer) を形成する。一つのギボンス回転層の出力データが決まった置換 (permutation) を次のギボンス回転層の入力データとして転達される。

【0217】

図 14 は、本発明が適用される実施形態であって、ギボンス回転層 (Givens rotation layer) と置換 (permutation) で構成された 4×4 NSS T での 1 ラウンド構成を示す。

40

【0218】

前記図 14 を注意深く見ると、 4×4 NSS T の場合について、4 つのギボンス回転層が順次処理される様子を示している。前記図 14 のようにしたギボンス回転層の出力データが決まった置換 (i.e. shuffling) を経て、次のギボンス回転層の入力データとして転達される。

【0219】

前記図 14 のように置換されるパターンは、規則的に決まっており、 4×4 NSS T の場合は、4 つのギボンス回転層と該置換を合わせて一つのラウンド (round) をなす。

【0220】

50

8 × 8 N S S Tの場合は、6つのギボンス回転層と該置換が一つのラウンドを形成する。4 × 4 N S S Tは2回のラウンドを経られ、8 × 8 N S S Tは4回のラウンドを経ることになる。互いに異なるラウンド同士は同じ置換パターンを使用するが適用されるギボンス回転角度は、それぞれ異なる。したがって、各変換を構成するすべてのギボンス回転の角度データを格納しなければならない。

【0221】

最後のステップでギボンス回転層を経て出力されたデータに対して、最終的に一度の置換をさらに行うようになり、該置換情報は、変換ごとに別に格納されている。順方向N S S Tにおいては最後に該置換が行われ、逆方向N S S Tでは逆に、最初に、該逆置換が適用される。

10

【0222】

逆方向N S S Tの場合は、順方向N S S Tで適用されたギボンス回転層と置換を逆の順序で実行すると、され、各ギボンス回転の角度にたいしても(-)の値をとって回転させる。

【0223】

図15は、本発明が適用される実施形態として、順方向縮小変換(forward reduced transform)及び逆方向縮小変換(backward reduced transform)の動作を説明するためのブロック図である。

【0224】

Reduced Secondary Transform (R S T)

20

【0225】

一変換を表す直交行列がN × Nの形態を有するとき、縮小された変換(Reduced Transform、以下「R T」という)は、N個の変換基底ベクトルの中R個だけ残すものである(R N)。変換係数を生成する順方向R Tの行列は、以下の数式(6)のように入れられる。

【0226】

【数6】

$$T_{R \times N} = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} & \dots & t_{1N} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} & \dots & t_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{R1} & t_{R2} & t_{R3} & \dots & t_{RN} \end{bmatrix}$$

30

【0227】

逆方向R Tの行列は、順方向R T行列の転置行列(transpose matrix)となるので、順方向R Tと逆方向R Tの適用を図示すると、前記図15と同じである。ここで、Reduction factorは、R / N (R N)で定義される。

【0228】

縮小された変換の要素数は、R * Nとして、全体行列のサイズ(N * N)より小さい。つまり、必要な行列は、全体行列のR / Nである。また、必要な乗算の数はR × Nであり、元のN × NよりR / Nだけ低い。縮小された変換を適用すると、R個の係数を有するため、N係数の代わりにR個の係数の値だけ転送することができる。

40

【0229】

1次変換を経た変換ブロックの左上端8 × 8ブロックのR Tを適用する場合を仮定すると、前記R Tを8 × 8縮小2次変換(8 × 8 R S T)と命名することができる。

【0230】

前記数式6でのR値を16とするとき、順方向8 × 8 R S Tは16 × 64行列の形を有し、逆方向8 × 8 R S Tは64 × 16行列の形を有する。

【0231】

50

また、 8×8 R S Tに対しても、前記図 1 2 と同じ変換のセットの構成を適用することができる。すなわち、前記図 1 2 での変換セットに基づいて対応する 8×8 R S Tが適用されることができる。

【 0 2 3 2 】

一実施形態であり、前記図 1 2 において1つの変換セットがイントラ予測モードに応じて、2つまたは3つの変換で構成されているときに、2次変換を適用しない場合を含め、最大4つの変換の内、一つを選択するように構成されることができる。ここで、1つの変換は、恒等行列と見ることができる。

【 0 2 3 3 】

前記4つの変換に対して、それぞれ0、1、2、3のインデックスを付与するとき、N S S Tインデックスと呼ばれる構文要素 (syntax element) を変換ブロックごとにシグナリングして対応する変換を指定することができる。つまり、N S S Tインデックスを介して 8×8 左上端ブロックについて、N S S Tの場合は 8×8 N S S Tを指定することができ、R S Tの構成では 8×8 R S Tを指定することができる。また、このとき、0番インデックスを恒等行列、すなわち2次変換を適用しない場合に割り当てることができる。

10

【 0 2 3 4 】

前記数式 6 のような順方向 8×8 R S Tを適用するようにすると、16個の有効な変換係数が生成されるので、 8×8 の領域を構成する64個の入力データが16個の出力データに縮小されると見ることができる。2次元領域の観点から見ると、1/4ほどの領域のみ有効な変換係数が満たされるようになる。したがって、順方向 8×8 R S Tを適用して得られた16個の出力データを図 1 6 での 4×4 左上端領域に満たすことができる。

20

【 0 2 3 5 】

図 1 6 は、本発明が適用される実施形態として、逆方向スキャン順に基づいて64番目から17番目までの逆方向スキャンを実行する過程を示す図である。

【 0 2 3 6 】

前記図 1 6 は、順方向スキャン順序が1から始まるとするとき、(順方向スキャン順上) 17番目の係数から64番目の係数のスキャンを実行することを示す。ただし、前記図 1 6 においては、逆方向スキャンを示しているところ、これは64番目から17番目までの逆方向スキャンを実行することを示す。

【 0 2 3 7 】

前記図 1 6 を注意深く見ると、左上端 4×4 の領域が有効な変換係数が割り当てられる関心領域 (Region Of Interest、R O I) であり、残りの領域は空になるようになる。すなわち、前記残りの領域には、0の値がデフォルトで割り当てられることができる。

30

【 0 2 3 8 】

もし、前記図 1 6 の R O I 領域以外0でない有効な変換係数が存在すると 8×8 R S Tが適用されないことを意味するので、この場合、それに対応するN S S Tインデックスコーディングを省略することができる。

【 0 2 3 9 】

逆に、前記図 1 6 の R O I 領域以外で0でないの変換係数が存在しない場合 (8×8 R S Tが適用される場合、R O I 以外の領域にたいしては、0に割り当てられるとき) 8×8 R S Tが適用された可能性があるので、N S S Tインデックスをコーディングすることができる。

40

【 0 2 4 0 】

このように、条件付きN S S Tインデックスコーディングはゼロではなく、変換係数の存在の有無を確認しなければなのでレジデュアルコーディングプロセスの以後に実行されることができる。

【 0 2 4 1 】

本発明は、R S T構造から 4×4 ブロックに適用することができるR S Tの設計及び関連最適化の方法を扱っている。本明細書に記載された実施形態は、 4×4 R S Tだけでなく、 8×8 R S Tまたは他の形態の変換にも適用することができる。

50

【 0 2 4 2 】

図 1 7 は、本発明が適用される実施形態として、変換係数のブロック（変換ブロック）の 3 つの順方向スキヤンの順序を示す。

【 0 2 4 3 】

実施形態 1 : 4 x 4 ブロックに適用することができる R S T

【 0 2 4 4 】

一つの 4 x 4 ブロックに適用することができる非分離変換（non-separable transform）は 16 x 16 変換である。つまり、4 x 4 ブロックを構成するデータ要素を行優先（row-first）または列優先（column-first）の一行で並べ配置されると、16 x 1 のベクトルになって非分離変換を適用することができる。

10

【 0 2 4 5 】

順方向 16 x 16 変換は、16 個の行（row）方向変換基底ベクトルで構成され、前記 16 x 1 ベクトルと各変換基底ベクトルに対して内積（inner product）を適用すると、変換基底ベクトルの変換係数を得ることになる。16 個の変換基底ベクトルに対してすべて対応する変換係数を獲得するプロセスは、16 x 16 非分離変換行列と前記入力 16 x 1 ベクトルを乗算することと同じである。

【 0 2 4 6 】

行列積に得られる変換係数は、16 x 1 のベクトルの形を有するが、変換係数ごとに統計的特性が異なることがある。たとえば、16 x 1 変換係数ベクトルが 0 番目の要素から 15 番目の要素で構成されたとしたとき、0 番目の要素の分散は、15 番目の要素の分散より大きくなることのできる。つまり、前に位置した要素ほど当該分散値が大きく、大きなエネルギーの値を有することができる。

20

【 0 2 4 7 】

16 x 1 変換係数から逆 16 x 16 非分離変換を適用するようにすると、元の 4 x 4 ブロックの信号を復元することができる。順方向 16 x 16 非分離変換が正規直交変換（orthonormal transform）であれば、当該逆方向 16 x 16 変換は順方向 16 x 16 変換の転置行列を介して獲得することができる。

【 0 2 4 8 】

逆方向 16 x 16 非分離変換行列を 16 x 1 変換係数ベクトルに積と、16 x 1 ベクトル形態のデータを獲得し、最初に適用した行優先（row-first）または列優先（column-first）の順序で配列してくれれば 4 x 4 ブロック信号を復元することができる。

30

【 0 2 4 9 】

前述したように、16 x 1 変換係数ベクトルをなす要素は、それぞれ統計的特性が異なることがある。

【 0 2 5 0 】

前方に配置された（0 番目の要素に近い）変換係数がさらに大きなエネルギーを有すると、すべての変換係数を使用せずに、先に登場する一部の係数に逆方向変換を適用しても、元の信号とかなり近い信号を復元することができる。例えば、逆方向 16 x 16 非分離変換が 16 個の列基底ベクトル（column basis vector）で構成されたとしたとき、L 個の列基底ベクトルだけを残し 16 x L 行列を構成することができる。また、変換係数の内、重要な L 個の変換係数だけを残した後、（L x 1 ベクトル）、16 x L 行列と L x 1 ベクトルを乗算すると、元の入力 16 x 1 ベクトルデータとの誤差が大きい 16 x 1 ベクトルを復元することができる。

40

【 0 2 5 1 】

結果的に、L 個の係数だけがデータの復元に用いられるので、変換係数を得るときも 16 x 1 変換係数ベクトルではなく、L x 1 変換係数ベクトルを求めるとよい。つまり、順方向 16 x 16 非分離変換行列で L 個の当該行（row）方向変換ベクトルを選んで L x 16 変換を構成した後 16 x 1 入力ベクトルを乗算すると、重要な L 個の変換係数を得ることができる。

【 0 2 5 2 】

50

L 値は、 $1 \leq L < 16$ の範囲を有するようになり、一般的には、16 個の変換基底ベクトルの中、任意の方法で L 個を選択することができるが、コーディング（符号化）と復号化の観点では、信号のエネルギー側面で重要度が高い変換基底ベクトルを選択することがコーディング効率の観点から有利で有り得る。

【0253】

実施形態 2：4 × 4 R S T の適用領域の設定と変換係数の配置

【0254】

4 × 4 R S T は 2 次変換に適用されることができ、この時、D c t - t y p e 2 などの 1 次変換（primary transform）が適用されたブロックに対して 2 次的に適用することができる。1 次変換が適用されたブロックのサイズを $N \times N$ とするとき、一般的に 1 次変換が適用されたブロックのサイズは、4 × 4 より大きい。したがって、4 × 4 R S T を前記 $N \times N$ ブロックに適用するときは、次の 2 つの方法が有り得る。

10

【0255】

実施形態 2 - 1) $N \times N$ 領域の全て 4 × 4 R S T を適用するのではなく、一部の領域にのみ適用することができる。例えば、左上側 $M \times M$ 領域にのみ適用することができる ($M \leq N$)。

【0256】

実施形態 2 - 2)、2 次変換が適用される領域を 4 × 4 ブロックに分割した後、各分割されたブロックの 4 × 4 R S T を適用することができる。

【0257】

一実施形態として、前記実施形態 2 - 1) と 2 - 2) を混合して適用することもできる。例えば、左上側 $M \times M$ 領域についてのみ 4 × 4 ブロックに分割した後、4 × 4 R S T を適用することができる。

20

【0258】

一実施形態として、左上側 8 × 8 の領域にのみ 2 次変換を適用し、 $N \times N$ ブロックが 8 × 8 より同じか大きい場合には、8 × 8 R S T を適用し、 $N \times N$ ブロックが 8 × 8 より小さい場合 (4 × 4、8 × 4、4 × 8) には、前記実施形態 2 - 2) 番のように 4 × 4 ブロックに分けた後、それぞれ 4 × 4 R S T を適用することができる。また、4 × $N / N \times 4$ ($N \leq 16$) である場合にも、4 × 4 R S T が適用されることができ

【0259】

4 × 4 R S T を適用した後、L 個 ($1 \leq L < 16$) の変換係数が生成されたとき、前記 L 個の変換係数をどのように配置するかの自由度が生じる。しかし、レジデュアルコーディング (residual coding) 段階で変換係数を処理する際に決まった順序が存在するので、前記 L 個の変換係数を 2 次元ブロックにどのように配置するかに応じて、コーディング性能が変わることがあります。

30

【0260】

例えば、HEVC のレジデュアルコーディングの場合 DC の位置から最も遠い位置からコーディングを開始する。これは DC 位置から遠く離れるほど量子化を経た係数の値が 0 または 0 に近いという事実を用いて、コーディング性能を向上させるためである。

【0261】

したがって、前記 L 個の変換係数に対しても高いエネルギーを有するさらに、重要な係数をレジデュアルコーディングの順上後でコーディングされるように配置することがコーディング性能面で有利で有り得る。

40

【0262】

図 17 は、HEVC で適用されている 4 × 4 変換ブロック (Coefficient Group (CG)) 単位の 3 つの順方向スキャンの順序を示す。レジデュアルコーディングでは、前記図 17 のスキャン順序の逆順に従う (つまり、16 から 1 の順でコーディングする)。

【0263】

前記図 17 で提示する 3 つのスキャン順序はイントラ予測モードに応じて選択されるので、本発明は、前記 L 個の変換係数に対しても同様にイントラ予測モードに応じてスキヤ

50

ン順序を決定するように構成することができる。

【0264】

図18は、本発明が適用される実施形態として、左上側4×8ブロックで対角スキャン(diagonal scan)が適用され4×4 RSTが適用されたとき、有効な変換係数の位置と4×4ブロック別順方向スキャンの順序を示す。

【0265】

前記図17での対角スキャン(diagonal scan)の順序にしたがって左上側4×8ブロックを4×4ブロックに分割して、それぞれ4×4 RSTを適用するときに、Lの値が8であれば(つまり、16個中8個の変換係数だけを残した場合)、前記図18のように変換係数が位置することができる。

10

【0266】

各4×4ブロックの半分だけが変換係数を有することができる、Xが表示された位置にたいしては、デフォルトで0の値を割り当てることができる。

【0267】

したがって、前記図17で提示したスキャン順にしたがってL個の変換係数を各4×4ブロックに配置させ、各4×4ブロックの残り(16-L)個の位置に対しては0に満たされることを仮定してレジデュアルコーディングを適用することができる。

【0268】

図19は、本発明が適用される実施形態として、左上側4×8ブロックで対角スキャン(diagonal scan)が適用され4×4 RSTが適用されたときに2 4×4ブロックの有効な変換係数を一つの4×4ブロックにまとめる場合を示す。

20

【0269】

前記図19を注意深く見ると、2つの4×4ブロックに配置させたL個の変換係数を一つに結合することができる。特にLの値が8である場合、2つの4×4ブロックの変換係数が一つの4×4ブロックを完全に満たしながら合わせられるので、他の一つの4×4ブロックにはどのような変換係数も残っていないことになる。

【0270】

したがって、このように空になった4×4ブロックについては、ほとんどのレジデュアルコーディングが不要になるので、対応するcoded_sub_block_flagを0にコーディングすることができる。

30

【0271】

また、本発明の一実施形態として、2つの4×4ブロックの変換係数をどのように混在させるかについても様々な方式が適用されることができる。任意の順序に沿って合わせることもできるが、本発明は、次のような方法を提供することができる。

【0272】

1) 2つの4×4ブロックの変換係数をスキャン順に交互に混ぜる。すなわち、前記図18で上側ブロックの変換係数を

$$c_0^u, c_1^u, c_2^u, c_3^u, c_4^u, c_5^u, c_6^u, c_7^u$$

40

とし、下側ブロックの変換係数を

$$c_0^l, c_1^l, c_2^l, c_3^l, c_4^l, c_5^l, c_6^l, c_7^l$$

とするとき

$$c_0^u, c_0^l, c_1^u, c_1^l, c_2^u, c_2^l, \dots, c_7^u, c_7^l$$

のように一つずつ交互に混ぜることができる。または、

50

$c_{\#}^u$

と

 $c_{\#}^l$

の順序を変えることもできる。つまり、

 $c_{\#}^l$

10

が先に出るように設定することができる。

【0273】

2) 最初の 4×4 ブロックの変換係数を先に配置させ、続いて第2の 4×4 ブロックの変換係数を配置させることができる。つまり、

 $c_0^u, c_1^u, \dots, c_7^u, c_0^l, c_1^l, \dots, c_7^l$

のように接続して配置することができる。または、

 $c_1^l, c_1^l, \dots, c_7^l, c_0^u, c_1^u, \dots, c_7^u$

20

のように順序を変更することもできる。

【0274】

実施形態3： 4×4 RSTのNSSTインデックスをコーディングする方法

【0275】

前記図18のように 4×4 RSTが適用されると、各 4×4 ブロックの変換係数のスキャン順序によって、 $L + 1$ 番目から16番目まで0値が満たすことができる。

【0276】

したがって、もし2つの 4×4 ブロックの内、いずれか1つでも、 $L + 1$ 番目から16番目の位置の中、0でない値が発生すると、 4×4 RSTが適用されない場合と分かるようになる。

30

【0277】

4×4 RSTもNSSTのように用意された変換セットの内、いずれか1つを選択して適用する構造を有すると、どのような変換を適用するかの変換インデックス(本実施形態においては、NSSTインデックスと命名することができる)をシグナリングすることができる。

【0278】

もし、あるデコーダでNSSTインデックスを、ビットストリーム解析を通じて知ることができるとして、このような解析をレジデュアルデコーディングの後に実行するとする。

40

【0279】

もし、レジデュアルデコーディングが行われ、 $L + 1$ 番目から16番目の間に0でない変換係数が一つでも存在することが確認されれば、 4×4 RSTは適用されないので、NSSTインデックスを解析しないように設定することができる。

【0280】

したがって、必要な場合にのみNSSTインデックスを選択的に解析するようになってシグナリングコストを削減することができる。

【0281】

前記図18のように、特定領域内で複数個の 4×4 ブロックの 4×4 RSTが適用されるとすれば(例えば、すべて同じ 4×4 RSTが適用されることもでき、それぞれ異なる

50

4 × 4 R S Tが適用されることもできる)、1つのN S S Tインデックスを介して前記すべての4 × 4ブロックに適用される4 × 4 R S Tが指定されることができる。この場合、同じ4 × 4 R S Tが指定されることもあり、またはすべての4 × 4ブロックのそれぞれに適用される4 × 4 R S Tが指定されることができる。

【0282】

一つのN S S Tインデックスにより前記すべての4 × 4ブロックの4 × 4 R S T及び適用するかどうかが決まるので、前記すべての4 × 4ブロックに対して、L + 1番目から16番目までの位置で、0でない変換係数が存在するかどうかをレジデュアルデコード過程を確認することができる。確認の結果、1つの4 × 4ブロックでも許容されない位置に(L + 1番目から16番目までの位置)、0でない変換係数が存在することになるとN S S Tインデックスをコーディングしないように構成することができる。

10

【0283】

N S S Tインデックスはルマブロックとクロマブロックについて別々にシグナリングすることもあり、クロマブロックの場合CbとCrに対してそれぞれ別々のN S S Tインデックスをシグナリングすることもでき、一つのN S S Tインデックスを共有することもできる。

【0284】

CbとCrの1つのN S S Tインデックスを共有する場合、同じN S S Tインデックスが指定する4 × 4 R S Tが適用されることができる。この場合、CbとCrの4 × 4 R S T自体が同じで有り得、N S S Tインデックスは同じであるが、個々の4 × 4 R S Tを有することもできる。

20

【0285】

共有N S S Tインデックスに対して、前述した条件付きシグナリングを適用するには、CbとCrのすべての4 × 4ブロックに対して、L + 1番目から16番目まで0でない変換係数が存在することを確認して、もし0でない変換係数が存在するとN S S Tインデックスのシグナリングしないように構成することができる。

【0286】

前記図19のように、2つの4 × 4ブロックの変換係数を合わせる場合に対しても、4 × 4 R S Tが適用されたとき、有効な変換係数が存在しない位置に0でない変換係数が存在するかどうか確認した後N S S Tインデックスがシグナリングするかどうかを決定することができる。

30

【0287】

例えば、前記図19(b)に示すようにL値が8であり4 × 4 R S T適用時1つの4 × 4ブロックに対しては、有効な変換係数が存在しない場合(Xで表示されたブロック)、有効変換係数が存在しないブロックのcoded_sub_block_flagを確認することができる。このとき、coded_sub_block_flagが1の場合、N S S Tインデックスをシグナリングしないように設定することができる。

【0288】

実施形態4：N S S Tインデックスのコーディングをレジデュアルコーディングの前に実行する場合の最適化方法

40

【0289】

N S S Tインデックスのコーディングをレジデュアルコーディングの前に実行する場合、4 × 4 R S Tを適用するかどうかは予め決定されるため、変換係数が0に割り当てられる位置に対しては、レジデュアルコーディングを省略することができるようになる。

【0290】

ここで、4 × 4 R S Tを適用するかどうかは、N S S Tインデックスを通じて分かるように構成することができる。たとえば、N S S Tインデックスが0であると、4 × 4 R S Tを適用しない。

【0291】

または別の構文要素(e.g. N S S T flag)を介してシグナリングすることもできる。

50

たとえば、別の構文要素が `NSST flag` といえは `NSST flag` をまず解析して 4×4 `RST` を適用するかどうかを把握した後、もし `NSST flag` の値が 1 であるとする、有効な変換係数が存在することができない位置に対しては、レジデュアルコーディングを省略することができる。

【0292】

一実施形態として、レジデュアルコーディングを実行する際、`TU` 上での最後の 0 ではない変換係数の位置を（最も）最初にコーディングすることになる。もし、`NSST` インデックスのコーディングを最後 0 でない変換係数の位置（last non-zero transform coefficient）のコーディングの後に実行し、最後の 0 でない変換係数の位置が 4×4 `RST` の適用を仮定したとき、0 でない変換係数（non-zero transform coefficient）が発生

10

【0293】

例えば、前記図 18 の `X` で表示された位置の場合 4×4 `RST` が適用されたとき、有効な変換係数が位置しないので、（eg 0 の値などが満たすことができる）、`X` で表示された領域に最後の 0 でない変換係数が位置するようになると、`NSST` インデックスのコーディングを省略することができる。もし `X` で表示された領域に最後の 0 でない変換係数が位置しなければ、`NSST` インデックスのコーディングを行うことができる。

【0294】

一実施形態で、最後の 0 でない変換係数の位置のコーディングの後に条件付きで `NSST` インデックスをコーディングして 4×4 `RST` の適用をするかどうかを確認する場合、残りのレジデュアルコーディング部分は、以下の 2 つの方式を用いて、処理されることができる。

20

【0295】

4×4 `RST` を適用しない場合に対しては、一般的なレジデュアルコーディングをそのまま維持する。つまり、最後の 0 でない変換係数の位置から `DC` までのどの位置でも 0 でない変換係数が存在することができるという仮定の下でコーディングを行う。

【0296】

4×4 `RST` を適用する場合、特定位置または特定 4×4 ブロックに対しては、変換係数が存在しないため（eg、前記図 18 の `X` 位置、デフォルトで 0 に満たすことができる）、対応する位置またはブロックに対しては、レジデュアルコーディングをしないことがある。

30

【0297】

例えば、前記図 18 の `X` で表示された位置に到達する場合は `sig_coeff_flag` のコーディングを省略することができる。ここで、`sig_coeff_flag` は対応する位置に 0 でない変換係数が存在するかどうかのフラグを意味する。

【0298】

前記図 19 に示すように、2 つのブロックの変換係数を合わせる場合、0 に割り当てられた 4×4 ブロックについては、`coded_sub_block_flag` のコーディングを省略し対応する値を 0 に誘導することができ、対応する 4×4 ブロックについては、別途コーディングなく、すべて 0 の値に誘導することができる。

40

【0299】

最後の 0 でない変換係数の位置のコーディングの後に `NSST` インデックスをコーディングする場合、最後の 0 でない変換係数の x 位置（`Px`）と y の位置（`Py`）がそれぞれ `Tx`、`Ty` よりも小さいとき `NSST` インデックスコーディングを省略し 4×4 `RST` を適用しないように構成することができる。

【0300】

例えば、`Tx = 1`、`Ty = 1` の場合は、最後の 0 でない変換係数が `DC` 位置に存在する場合には、`NSST` インデックスコーディングを省略することを意味する。

【0301】

50

このようなしきい値との比較を通じて、NSS Tインデックスコーディングをするかどうかを決定する方式は、ルマとクロマにそれぞれ違って適用することができる。例えば、ルマとクロマに対しそれぞれ異なる T_x 、 T_y を適用することもあり、ルマには、しきい値を適用してクロマには適用しないこともある。またはその逆の場合も可能である。

【0302】

前述した2つの方法、すなわち、第一、最後の0でない変換係数が有効な変換係数が存在しない領域に位置する場合、NSS Tインデックスコーディングを省略する方法、第二、最後0でない変換係数のX座標とY座標がそれぞれどんなしきい値より小さいときNSS Tインデックスコーディングを省略する方法と一緒に適用することもできる。

【0303】

たとえば、最後の0でない変換係数の位置座標のしきい値を先に確認した後、最後の0でない変換係数が有効な変換係数が存在しない領域に位置するかどうかを確認することができる。または順序を変更することもある。

【0304】

本実施形態4において提示する方法は、 8×8 RSTにも適用することができる。つまり、最後の0でない変換係数が左上側 8×8 領域内で左上側 4×4 ではない、領域に位置するようになればNSS Tインデックスのコーディングを省略することができ、そうでない場合はNSS Tインデックスコーディングを行うことができる。

【0305】

また、最後の0でない変換係数の位置のX、Y座標の値がすべてしきい値未満の場合NSS Tインデックスのコーディングを省略することができる。または、2つの方法と一緒に適用することもできる。

【0306】

実施形態5：RST適用時ルマとクロマに対しそれぞれ異なるNSS Tインデックスコーディング及びレジデュアルコーディング方式を適用

【0307】

前記実施形態3と実施形態4に記述された方式をルマとクロマにそれぞれ異なるように適用することができる。つまり、ルマとクロマに対するNSS Tインデックスコーディング及びレジデュアルコーディング方式が異なるように適用することができる。

【0308】

例えば、ルマは前記実施形態4の方式を適用し、クロマは前記実施形態3の方式を適用することができる。またはルマは、前記実施形態3または実施形態4に提示された条件付きNSS Tインデックスコーディングを適用し、クロマは条件付きNSS Tインデックスコーディングを適用しないことができる。またはその逆も可能である。

【0309】

図20は、本発明が適用される実施形態として、縮小された2次変換(Reduced Secondary Transform、RST)に基づいて、ビデオ信号をエンコードするフローチャートを示す。

【0310】

エンコーダは、現在のブロックの予測モード、ブロックの形状及び/またはブロックサイズの内、少なくとも一つに基づいて、順方向の2次変換を決定(または選択)することができる(S2010)。この時、前記順方向2次変換の候補は、前記図6及び/または図12の実施形態の内、少なくとも一つを含むことができる。

【0311】

前記エンコーダは、RD最適化(Rate Distortion optimization)を介して、最適の順方向2次変換を決定することができる。前記最適の順方向2次変換は、複数個の変換の組み合わせの内、いずれか一つに対応することができ、前記複数個の変換の組み合わせは、変換インデックスによって定義することができる。たとえば、RD最適化のために、各候補の順方向2次変換、量子化、レジデュアルコーディングなどをすべて実行した結果を比較することができる。このとき、 $cost = rate + \lambda \cdot distortion$ または $cost = distortion$

10

20

30

40

50

on + \cdot rateなどの数式を用いることができるが、本発明はこれに限定されない。

【0312】

前記エンコーダは、前記最適の順方向2次変換に対応する2次変換インデックスをシグナリングすることができる(52020)。ここで、前記2次変換インデックスは、本明細書で説明した他の実施形態を適用されることができる。

【0313】

例えば、前記2次変換インデックスは、前記図12の変換セットの構成を適用することができる。一つの変換のセットは、イントラ予測モードに応じて、2つまたは3つの変換で構成されているので、2次変換を適用しない場合まで含めて、最大4つの変換のいずれか1つを選択するように構成されることができる。4つの変換に対して、それぞれ0、1、2、3のインデックスを付与するとしたとき、前記2次変換インデックスを変換係数のブロックごとにシグナリングして適用される変換を指定することができる。このとき、0番インデックスを恒等行列、すなわち2次変換を適用しない場合に割り当てることができる。

10

【0314】

他の一実施形態として、前記2次変換インデックスのシグナリングは、1)レジデュアルコーディング前、2)レジデュアルコーディング中間(最後0でない変換係数の位置コーディング後の)、または3)レジデュアルコーディング後の内、いずれかの段階で実行されることができる。前記実施形態を具体的に説明すると、次の通りである。

【0315】

レジデュアルコーディング以前に2次変換インデックスをシグナリングする方法

20

【0316】

エンコーダは、順方向の2次変換を決定することができる。

【0317】

前記エンコーダは、前記順方向2次変換に対応する2次変換インデックスをコーディングすることができる。

【0318】

前記エンコーダは、最後の0でない変換係数の位置をコーディングすることができる。

【0319】

前記エンコーダは、最後の0でない変換係数の位置以外の構文要素のレジデュアルコーディングを行うことができる。

30

【0320】

(2)レジデュアルコーディング中間に2次変換インデックスをシグナリングする方法

【0321】

エンコーダは、順方向2次変換を決定することができる。

【0322】

前記エンコーダは、最後の0でない変換係数の位置をコーディングすることができる。

【0323】

前記最後の0でない変換係数が、特定領域に位置しない場合に、前記エンコーダは、前記順方向2次変換に対応する2次変換インデックスをコーディングすることができる。ここで、前記特定領域は縮小された2次変換が適用される場合、スキャン順序によって変換係数を配置したとき、0でない変換係数が存在することができる位置を除外した残りの領域を示す。ただし、本発明はこれに限定されない。

40

【0324】

前記エンコーダは、前記最後の0でない変換係数の位置以外の構文要素のレジデュアルコーディングを行うことができる。

【0325】

レジデュアルコーディングの後に2次変換インデックスをシグナリングする方法

【0326】

エンコーダは、順方向2次変換を決定することができる。

50

【0327】

前記エンコーダは、最後の0でない変換係数の位置をコーディングすることができる。

【0328】

前記最後の0でない変換係数が特定領域に位置しない場合に、前記エンコーダは、前記最後の0でない変換係数の位置以外の構文要素のレジデュアルコーディングを行うことができる。ここで、前記特定領域は縮小された2次変換が適用される場合、スキャン順序によって変換係数を配置したとき、0でない変換係数が存在することができる位置を除外した残りの領域を示す。ただし、本発明はこれに限定されない。

【0329】

前記エンコーダは、前記順方向2次変換に対応する2次変換インデックスをコーディングすることができる。

10

【0330】

一方、前記エンコーダは、現在のブロック(レジデュアルブロック)について順方向1次変換を実行することができる(S2030)。ここで、前記順方向1次変換は、前記S2010段階及び/またはS2020段階が類似に適用することができる。

【0331】

前記エンコーダは、前記最適の順方向二次変換を用いて前記現在のブロックの順方向2次変換を実行することができる(S2040)。例えば、前記最適の順方向2次変換は、縮小された2次変換で有り得る。前記縮小された2次変換は、N個のレジデュアルデータ(N×1レジデュアルベクトル)が入力されてL個(L=N)の変換係数データ(L×1変換係数ベクトル)が出力される変換を意味する。

20

【0332】

一実施形態として、前記縮小された2次変換は、前記現在のブロックの特定領域に適用することができる。例えば、前記現在のブロックがN×Nの時、前記特定領域は、左上側N/2×N/2の領域を意味することができる。しかし、本発明はこれに限定されず、予測モード、ブロックの形状、またはブロックサイズの内、少なくとも一つに基づいて異なるように設定することができる。例えば、前記現在のブロックがN×Nの時、前記特定領域は、左上側M×M領域(M=N)を意味することができる。

【0333】

一方、前記エンコーダは、前記現在のブロックの量子化を行うことにより、変換係数のブロックを生成することができる(S2050)。

30

【0334】

前記エンコーダは、前記変換係数のブロックに対してエントロピーエンコーディングを行い、ビットストリームを生成することができる。

【0335】

図21は、本発明が適用される実施形態として、縮小された2次変換(Reduced Secondary Transform、RST)に基づいて、ビデオ信号をデコードするフローチャートを示す。

【0336】

デコーダは、ビットストリームから2次変換インデックスを獲得することができる(S2110)。ここで、前記2次変換インデックスは、本明細書で説明した他の実施形態が適用されることができる。例えば、前記2次変換インデックスは、前記図6及び/または図12の実施形態の内、少なくとも一つを含むことができる。

40

【0337】

他の一実施形態として、前記2次変換インデックスの獲得段階は、1)レジデュアルデコーディング以前、2)レジデュアルデコーディング中(最後の0でない変換係数の位置をデコード以後)、または3)レジデュアルデコーディングの以後の内、いずれか一つの段階で実行されることができる。

【0338】

前記デコーダは、前記2次変換インデックスに対応する2次変換を誘導することができる

50

る (S 2 1 2 0)。この時、前記 2 次変換の候補は、前記図 6 及び/または図 1 2 の実施形態の内、少なくとも一つを含むことができる。

【 0 3 3 9 】

ただし、前記 S 2 1 1 0 及び S 2 1 2 0 ステップは、一実施形態であり、本発明はこれに限定されない。例えば、前記デコーダは、前記 2 次変換インデックスを獲得せずに、現在のブロックの予測モードでは、ブロックの形状及び/またはブロックサイズの内、少なくとも一つに基づいて、2 次変換を誘導することができる。

【 0 3 4 0 】

一方、前記デコーダは、前記ビットストリームをエントロピーデコードして変換係数のブロックを獲得し、前記変換係数のブロックに対して逆量子化を行うことができる (S 2 1 3 0)。

10

【 0 3 4 1 】

前記デコーダは、前記逆量子化された変換係数のブロックに対して逆方向 2 次変換を実行することができる (S 2 1 4 0)。例えば、前記逆方向 2 次変換は、縮小された 2 次変換で有り得る。前記縮小された 2 次変換は、N 個のレジデュアルデータ (N × 1 レジデュアルベクトル) が入力されて L 個 (L = N) の変換係数データ (L × 1 変換係数ベクトル) が出力される変換を意味する。

【 0 3 4 2 】

一実施形態として、前記縮小された 2 次変換は、現在のブロックの特定領域に適用することができる。例えば、前記現在のブロックが N × N の時、前記特定領域は、左上側 N / 2 × N / 2 の領域を意味することができる。しかし、本発明はこれに限定されず、予測モード、ブロックの形状、またはブロックサイズの内、少なくとも一つに基づいて違うように設定することができる。例えば、前記現在のブロックが N × N の時、前記特定領域は、左上側 M × M 領域 (M ≤ N) または M × L (M ≤ N、L ≤ N) を意味することができる。

20

【 0 3 4 3 】

そして、前記デコーダは、前記逆方向 2 次変換された結果の逆方向 1 次変換を実行することができる (S 2 1 5 0)。

【 0 3 4 4 】

前記デコーダは、S 2 1 5 0 段階を経てレジデュアルブロックを生成し、前記レジデュアルブロックと予測ブロックが加わり、復元ブロックが生成される。

30

【 0 3 4 5 】

実施形態 6 : 縮小された (Reduced) M T S (Multiple Transform Selection)

【 0 3 4 6 】

本発明の実施形態においては、予め定義された領域にのみ一次変換 (primary transform) を適用することにより、複雑度を改善する方法を提案する。M T S のような様々な複数の変換 (または変換カーネル) (例えば、D C T 2、D S T 7、D C T 8、D S T 1、D c t 5 など) の組み合わせが選択的に一次変換に適用される場合の複雑度が増加することができる。特に、コーディングブロック (または変換ブロック) のサイズが大きくなるほど多様な複数の変換を考慮しなければならないことにより、著しく複雑度が増加することができる。

40

【 0 3 4 7 】

したがって、本発明においては、複雑度の減少のために、すべての領域に対して変換を実行する (または適用する) のではなく、特定の条件に応じて、予め定義された領域にのみ変換を実行する方法を提案する。

【 0 3 4 8 】

実施形態として、先の図 1 5 ~ 2 1 で説明した縮小された変換 (R T : Reduced transform) の方法に基づいて、エンコーダ/デコーダは、M × M サイズのピクセルブロック (luma block) に対して一次変換 (Primary transform) を適用して M × M サイズの変換ブロックを獲得する代わりに、R × R (M = R) のサイズの領域にのみ変換を実行することにより、R × R サイズの変換ブロックを獲得することができる。一例として、R ×

50

R領域は、現在のブロック（コーディングブロック、変換ブロック）内の左上側（top-left）R x R領域で有り得る。

【0349】

結果的に、R x R領域にのみ有効な係数（non-zero coefficients）が存在することができる。一例として、この場合、エンコーダ/デコーダは、R x R領域以外の領域内に存在する係数については、計算を実行せずに値を0と見なす（zero-out）ことができる。

【0350】

また、エンコーダ/デコーダは、コーディングブロック（または変換ブロック）のサイズ及び/または変換（または変換カーネル）の種類に応じて決定される予め定義された領域にのみ一次変換を適用することができる。次の表3は、変換のサイズ（または変換ブロックのサイズ）に応じて、予め定義されたR値を使用するReduced Adaptive Multiple Transform（RAMT）を例示する。本発明において、ブロックサイズに応じて適応的に決定される縮小された変換を示すReduced Adaptive Multiple Transform（RAMT）はReduced MTS（Multiple Transform Selection）、Reduced explicit multiple transform、Reduced primary transformなどで指称されることができる。

10

【0351】

【表3】

Transform size	Reduced transform 1	Reduced transform 2	Reduced transform 3
8x8	4x4	6x6	6x6
16x16	8x8	12x12	8x8
32x32	16x16	16x16	16x16
64x64	32x32	16x16	16x16
128x128	32x32	16x16	16x16

20

【0352】

表3を参照すると、変換のサイズ（または変換ブロックのサイズ）に応じて、少なくとも一つ以上の縮小された変換が定義されることができる。一実施形態において、表3に例示された縮小された変換の内、いずれの縮小された変換が利用されるかは、現在のブロック（コーディングブロックまたは変換ブロック）に適用される変換（または変換カーネル）に基づいて決定することができる。前記表3では、3つの縮小された変換が利用される場合を仮定するが、本発明がこれに限定されるものではなく、変換のサイズに応じて1つ以上の様々な多くの数の縮小された変換が予め定義されることができる。

30

【0353】

また、本発明の実施形態において、前述したreduced adaptive multiple transformを適用することにおいて、reduced transform factor（R）が一次変換に基づいて依存的に決定されることができる。例えば、一次変換がDCT2である場合、他の一次変換（例えば、DST7及び/またはDCT8の組み合わせ）に比べて計算量が比較的簡単であるのでサイズが小さいブロックには、縮小された変換を使用しないか、相対的に大きなR値を使用することにより、コーディング性能の低下を最小化することができる。次の表4は、変換のサイズ（または変換ブロックのサイズ）及び変換カーネルに基づいて予め定義されたR値を使用するReduced Adaptive Multiple Transform（RAMT）を例示する。

40

【0354】

50

【表 4】

Transform size	Reduced transform for DCT 2	Reduced transform except DCT 2
8x8	8x8	4x4
16x16	16x16	8x8
32x32	32x32	16x16
64x64	32x32	32x32
128x128	32x32	32x32

10

【0355】

表 4 を参照すると、一次変換に適用される変換が DCT 2 の場合及びその他の変換（例えば、DST 7 及び/または DCT 8 の組み合わせ）である場合、互いに異なる Reduced transform factor を用いられる。

【0356】

図 2 2 は、本発明が適用される実施形態として、縮小された変換（Reduced transform）を用いて、ビデオ信号をエンコードする方法を例示する図である。

【0357】

図 2 2 を参照すると、まず、エンコーダは、現在のブロックに変換を適用するかどうかを決定する（S 2 2 0 1）。エンコーダは、決定された結果に基づいて変換スキップフラグ（transform skip flag）をエンコードすることができる。この場合には、変換スキップフラグをエンコードするステップが S 2 2 0 1 段階に含めることができる。

20

【0358】

エンコーダは、現在のブロックに変換が適用される場合、現在のブロックの一次変換（primary transform）に適用される変換カーネルを決定する（S 2 2 0 2）。エンコーダは、決定された変換カーネルを指示する変換インデックス（transform index）をエンコードすることができ、この場合、変換インデックス（transform index）をエンコードするステップが S 2 2 0 2 段階に含めることができる。

【0359】

エンコーダは、現在のブロックの一次変換に適用される変換カーネル及び現在のブロックのサイズに基づいて、現在のブロックに一次変換（primary transform）が適用される領域を決定する（S 2 2 0 3）。

30

【0360】

一実施形態として、エンコーダは、現在のブロック内において、一次変換が適用される領域以外の残りの領域の係数を 0 とみなすことができる。

【0361】

また、一実施形態として、エンコーダは、変換インデックスによって指示される変換カーネルが予め定義された変換であり、現在のブロックの幅（width）、及び/または高さ（height）が予め定義されたサイズより大きい場合、前記予め定義サイズの幅及び/または高さを有する領域を前記一次変換が適用される領域に決定することができる。

40

【0362】

例えば、前記予め定義された変換は、DST 7 及び/または DCT 8 の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせの内、いずれか 1 つで有り得、前記予め定義されたサイズは、16 で有り得る。または、前記予め定義された変換は、DCT 2 を除外した残りの変換で有り得る。また、一例として、エンコーダは、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが DCT 2 であり、前記現在のブロックの幅及び/または高さが 32 より大きい場合、幅及び/または高さが 32 である領域を、前記一次変換が適用される領域に決定することができる。

【0363】

50

また、一実施形態として、エンコーダは、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが第1変換グループに属する場合、現在のブロックの幅 (width) と第1しきい値の内、小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の幅で決定し、現在のブロックの高さ (height) 及び、第1しきい値の内、小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の高さに決定することができる。一例として、第1しきい値は32で有り得るが、本発明がこれに制限されるものではなく、前述した表3または表4のように4、8、16でも有り得る。

【0364】

そして、エンコーダは、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが第2変換グループに属する場合、現在のブロックの幅と第2しきい値の内、小さい方の値を一次変換が適用される領域の幅に決定し、現在のブロックの高さ及び第2しきい値の内、小さい方の値を一次変換が適用される領域の高さに決定することができる。一例として、第2しきい値は16で有り得るが、本発明がこれに制限されるものではなく、前述した表3または表のように、4、6、8、12、32でも有り得る。

10

【0365】

一実施形態として、前記第1変換グループは、DCT2を含み、前記第2変換グループはDST7及び/またはDCT8の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせを含むことができる。

【0366】

エンコーダは、一次変換が適用される領域に対し、現在のブロックの一次変換に適用される変換カーネルを用いて、順方向一次変換 (forward primary transform) を実行する (S2204)。エンコーダは、順方向一次変換を実行することにより、一次変換された変換係数を獲得することができる。一実施形態として、エンコーダは、一次変換された変換係数に二次変換 (secondary transform) を適用することができ、この場合、先の図4～図20で説明した方法が適用されることができる。

20

【0367】

図23は、本発明が適用される実施形態として、縮小された変換 (Reduced transform) を用いて、ビデオ信号のデコード方法を例示する図である。

【0368】

デコーダは、現在のブロックに変換スキップ (transform skip) が適用されるかどうかを確認する (S2301)。

30

【0369】

デコーダは、現在のブロックに変換スキップが適用されない場合、ビデオ信号から現在ブロックに適用される変換カーネル (transform kernel) を指示する変換インデックス (transform index) を獲得する (S2302)。

【0370】

デコーダは、変換インデックスによって指示される変換カーネル及び、現在のブロックのサイズ (つまり、幅及び/または高さ) に基づいて、現在のブロックの一次変換 (primary transform) が適用される領域を決定する (S2303)。

【0371】

一実施形態として、デコーダは、現在のブロック内において、一次変換が適用される領域以外の残りの領域の係数を0とみなすことができる。

40

【0372】

また、一実施形態として、デコーダは、変換インデックスによって指示される変換カーネルが予め定義された変換であり、現在のブロックの幅 (width)、及び/または高さ (height) が予め定義されたサイズより大きい場合、前記予め定義されたサイズの幅及び/または高さを有する領域を前記一次変換が適用される領域に決定することができる。

【0373】

例えば、前記予め定義された変換は、DST7及び/またはDCT8の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせの内、いずれか1つで有り得、前記予め定義されたサイ

50

ズは、16で有り得る。または、前記予め定義された変換は、DCT2を除外した残りの変換で有り得る。また、一例として、デコーダは、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルがDCT2であり、前記現在のブロックの幅及び/または高さが32より大きい場合、幅及び/または高さが32である領域を、前記一次変換が適用される領域に決定することができる。

【0374】

また、一実施形態として、デコーダは、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが第1変換グループに属する場合、現在のブロックの幅(width)と第1しきい値の内、小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の幅に決定し、現在のブロックの高さ(height)及び、第1しきい値の内、小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の高さに決定することができる。一例として、第1しきい値は32で有り得るが、本発明がこれに制限されるものではなく、前述した表3または表4のように4、8、16で有り得る。

10

【0375】

そして、デコーダは、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが第2変換グループに属する場合、現在のブロックの幅及び第2しきい値の内、小さい方の値を一次変換が適用される領域の幅を決定し、現在のブロックの高さ及び第2しきい値の内、小さい方の値を一次変換が適用される領域の高さに決定することができる。一例として、第2しきい値は16で有り得るが、本発明がこれに制限されるものではなく、前述した表3または表4のように、4、6、8、12、32で有り得る。

20

【0376】

一実施形態でとして、前記第1変換グループは、DCT2を含み、前記第2変換グループはDST7及び/またはDCT8の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせを含むことができる。

【0377】

デコーダは、一次変換が適用される領域に対し、変換インデックスによって指示される変換カーネルを用いて、逆方向一次変換(inverse primary transform)を実行する(S2304)。デコーダは、逆方向一次変換を実行することにより、一次逆変換された変換係数を獲得することができる。一実施形態として、デコーダは、一次変換を実行する前に、逆量子化された変換係数に二次変換(secondary transform)を適用することができる。この場合、先の図4～図20で説明した方法が適用されること

30

【0378】

本発明の実施形態に係ると、特定の条件に応じて、予め定義された領域にのみ変換を実行することにより、worst case複雑度を顕著に減少させることができる。

【0379】

実施形態7：縮小された変換(Reduced Transform)

【0380】

本発明の実施形態においては、変換の複雑性の問題を改善するために先の図15乃至図23で提案された縮小された変換の様々な実施形態を説明する。前述したように、本発明で提案する縮小された変換は、1次変換(primary transform)(例えば、Dct、DST)や2次変換(secondary transform)(例えば、NST、LFNST(Low-Frequency Non-Separable Transform))に関係なく適用することができる。

40

【0381】

図24は、本発明が適用されることができる実施形態として、縮小された因子(reduce d factor)に基づいた縮小された変換構造を例示する図である。

【0382】

図24を参照すると、説明の便宜のためにデコーダを中心に説明するが、本実施形態で提案する縮小された変換は、エンコーダでも同じように適用することができる。

【0383】

デコーダは、逆方向の縮小された変換は、逆量子化された変換係数に適用することがで

50

きる。このとき、縮小された変換を実行するためにデコーダは、予め決定された（または予め定義された）縮小された因子（例えば、 R または R/N ）及び/または変換カーネルが用いられる。

【0384】

一実施形態において、変換カーネルは、現在のブロック（コーディングブロックまたは変換ブロック）のサイズ（例えば、幅/高さ）、イントラ/インター予測モード、 $CIdx$ などのような利用可能な情報に基づいて選択することができる。現在のコーディングブロックがルマブロックである場合、 $CIdx$ は0の値を有することができる。そうでなければ（つまり、現在のコーディングブロックが Cb または Cr ブロックの場合） $CIdx$ は1のような0でない値を有することができる。

10

【0385】

図25は、本発明が適用されることができる実施形態として、縮小された変換を適応的に適用してデコードを実行する方法を例示する図である。

【0386】

図25を参照すると、説明の便宜のためにデコーダを中心に説明するが、本実施形態で提案する縮小された変換を用いて変換を実行する方法は、エンコーダでも同じように適用することができる。

【0387】

デコーダは、現在のブロックに逆量子化を行う（S2501）。

【0388】

デコーダは、現在のブロックに変換が適用され（または使用され）るかどうを確認する（S2502）。もし、現在のブロックに変換が適用されない場合、デコーダは、変換プロセスを終了する。

20

【0389】

デコーダは、現在のブロックに変換が適用される場合、ビデオ信号から現在ブロックに適用される変換カーネル（transform kernel）を指示する変換インデックス（transform index）を解析する（S2503）。

【0390】

デコーダは、縮小された逆変換条件を満たすか確認する（S2504）。もし、縮小された逆変換条件を満たしていない場合、デコーダは、現在のブロックに正規逆変換を実行する（S2505）。もし、縮小された逆変換条件を満たす場合、デコーダは、現在のブロックに縮小された逆変換を実行する（S2507）。このとき、デコーダは、S2503段階で解析した変換インデックスに基づいて、現在のブロックに適用される変換カーネルを選択することができる（S2506）。実施形態として、変換カーネルは、現在のブロック（コーディングブロックまたは変換ブロック）のサイズ（例えば、幅/高さ）、イントラ/インター予測モード、 $CIdx$ などのような利用可能な情報に基づいて選択することができる。また、現在のブロックに縮小された逆変換が適用される場合、S2506のステップはreduced factorを選択するステップを含むことができる。

30

【0391】

一実施形態において、縮小された逆変換条件は、前述した6の条件（例えば、表3、4）を適用することができる。つまり、現在のブロック（コーディングブロックまたは変換ブロック）のサイズ及び変換タイプ（または変換カーネル）に基づいて縮小された逆変換を適用するかどうかを決定することができる。

40

【0392】

一例として、縮小された変換は、次の特定の条件が満たされるときに用いられる。つまり、次の特定条件を満たす一定のサイズ以上の（または一定のサイズより大きい）ブロックに適用することができる。

【0393】

- Width TH & Height TH（ここで、THは、予め定義された値（例えば、4）に、特定のしきい値を示す）

50

【0394】

Or

【0395】

- $Width * Height \leq K \ \&\& \ MIN(width, height) \leq TH$ (ここで、K、THは、予め定義された値であり、特定のしきい値を示す)

【0396】

他の一例として、縮小された変換は、次の特定の条件が満たされるときに用いられる。つまり、次の特定の条件を満たす一定のサイズ以下の（または一定サイズより小さい）ブロックに適用することができる。

【0397】

- $Width = TH \ \&\& \ Height = TH$ (ここで、THは、予め定義された値（例えば、8）で、特定しきい値を示す)

10

【0398】

or

【0399】

- $Width * Height = K \ \&\& \ MIN(width, height) = TH$ (ここで、K、THは、予め定義された値であり、特定しきい値を示す)

【0400】

他の一例として、縮小された変換は、次のように予め決定されたブロックのグループのみに適用することができる。

20

【0401】

- $Width == TH \ \&\& \ Height == TH$

【0402】

Or

【0403】

- $Width == Height$

【0404】

実施形態として、縮小された変換の使用条件が満たされなければ、正規変換が適用されることができる。具体的に、正規変換はエンコーダ/デコーダに予め定義され、使用可能で有り得る。以下は、正規変換の例を示す。

30

【0405】

- Dct 2、Dct 4、Dct 5、Dct 7、Dct 8

【0406】

Or

【0407】

- DST 1、DST 4、DST 7、

【0408】

or

【0409】

- Non separable transform

40

【0410】

or

【0411】

- NSST (HyGT)

【0412】

or

【0413】

- LFNST (Low-Frequency Non-Separable Transform)

【0414】

前述した条件は、次の表5のような論理演算子に基づいて解釈されることができる。

50

【 0 4 1 5 】

【表 5】

Logical operators
 The following logical operators are defined as follows:
 x && y Boolean logical "and" of x and y.
 x || y Boolean logical "or" of x and y.
 ! Boolean logical "not".
 x ? y : z If x is TRUE or not equal to 0, evaluates to the value of y;
 otherwise, evaluates to the value of z.

10

【 0 4 1 6 】

また、図 2 5 に示すように、縮小された変換条件は、現在のブロックに適用される変換を示す変換インデックス (Transform_idx) に依存することができる。一例として、前記 Transform_idx は 2 回、エンコーダからデコーダに転送されることができる。一つは、横方向の変換インデックス (Transform_idx_h) であり、他の一つは、縦方向の変換インデックス (Transform_idx_v) で有り得る。

【 0 4 1 7 】

図 2 6 は、本発明が適用されることができる実施形態として、縮小された変換を適応的に適用してデコードを実行する方法を例示する図である。

20

【 0 4 1 8 】

図 2 6 を参照すると、説明の便宜のためにデコーダを中心に説明するが、本実施形態において提案する縮小された変換を用いて変換を実行する方法は、エンコーダにおいても同じように適用することができる。

【 0 4 1 9 】

本発明の一実施形態において、前述した縮小変換は、二次変換に用いられる。関連して、先の図 2 5 で説明した方法と重複する説明は省略する。

【 0 4 2 0 】

1) デコーダは、現在のブロックに逆量子化を実行した後、現在のブロックに NSST 活性化するかどうかを確認する。デコーダは NSST インデックスを解析する必要があるか、予め定義された条件を使用して決定することができる。

30

【 0 4 2 1 】

NSST が活性化された場合、デコーダは NSST インデックスを解析し、縮小された二次逆変換が適用するかどうかを確認する。

【 0 4 2 2 】

3) デコーダは縮小された二次逆変換条件を満たすか確認する。

【 0 4 2 3 】

4) もし、縮小された逆変換条件を満たしていない場合、デコーダは、現在のブロックに正規の二次逆変換を実行する。

【 0 4 2 4 】

5) もし、縮小された二次逆変換条件を満たす場合、デコーダは、現在のブロックに縮小された二次逆変換を実行する。

40

【 0 4 2 5 】

6) このとき、デコーダは NSST インデックスに基づいて、現在のブロックに適用される変換カーネルを選択することができる。実施形態として、変換カーネルは、現在のブロック (コーディングブロックまたは変換ブロック) のサイズ (例えば、幅 / 高さ)、イントラ / インター予測モード、CI dx などのような利用可能な情報に基づいて選択することができる。また、現在のブロックに縮小された二次逆変換が適用される場合、デコーダは reduced factor (縮小因子) を選択することができる。

【 0 4 2 6 】

50

一実施形態において、縮小された二次逆変換条件は、前述した6の条件（例えば、表3、4）が適用されることができる。つまり、現在のブロック（コーディングブロックまたは変換ブロック）のサイズ及び変換タイプ（または変換カーネル）に基づいて縮小された逆変換を適用するかどうか決定されることができる。

【0427】

実施形態8：Reduced Transform as a Secondary Transform with Different Block Size

【0428】

本発明の一実施形態において、二次変換/二次逆変換に用いられる様々なブロックサイズを考慮した縮小された変換を提案する。一例として、二次変換/二次逆変換に用いられる4×4、8×8、16×16の異なるブロックサイズの縮小された変換が定義されることができる。

10

【0429】

図27及び図28は、本発明が適用される実施形態として、順方向縮小された二次変換（forward reduced secondary transform）及び逆方向縮小された二次変換（inverse reduced secondary transform）の一例及びこれを誘導するための疑似コードを例示する図である。

【0430】

図27及び図28を参照すると、二次変換が適用されるブロックが8×8ブロックであり、減少係数 $R = 16$ の場合の縮小された二次変換及び縮小された二次逆変換を示す。図27に示すような縮小された二次変換及び縮小された二次逆変換は、図28に示された疑似コードを用いて誘導することができる。

20

【0431】

実施形態9：Reduced Transform as a Secondary Transform with Non-Rectangular Shape

【0432】

前述したように、非分離変換が適用される二次変換の複雑度の問題により、従来の映像圧縮技術においては、コーディングブロック（または変換ブロック）の左上側4×4または8×8領域に二次変換が適用される。

【0433】

本発明の実施形態においては、4×4または8×8の正方形領域のほか、非正方形の様々な多くの図形に対して縮小された二次変換を適用する方法を提案する。

30

【0434】

図29は、本発明が適用される実施形態として、正方形でない領域に縮小された二次変換を適用する方法を例示する図である。

【0435】

図29を参照すると、一実施形態において、縮小された二次変換は、図29に示すように、ブロックの一部のみ適用されることができる。

【0436】

図29において、各正方形は、4×4の領域を示す。したがって、エンコーダ/デコーダは10×4ピクセル、すなわち160ピクセルの領域に対して縮小された二次変換を適用することができる。この場合、減少係数 $R = 16$ に該当し、全体のRST行列は16×160行列に該当し、これにより、二次変換を適用することによる計算の複雑度を減らすことができる。

40

【0437】

実施形態10：Reduced Factor

【0438】

図30は、本発明が適用される実施形態として、縮小因子によって制御される縮小された変換を例示する図である。

【0439】

50

図30を参照すると、前述したように、本発明の実施形態に係る縮小変換は、図30に示すように、縮小因子によって制御されることができる。

【0440】

具体的には、縮小因子を修正すると、メモリの複雑度及び乗算演算の数が修正されることができる。先の図15及び数学式6で縮小因子を R/N で言及したように縮小因子修正を介して、メモリと乗算が減少することができる。例えば、 $R = 16$ である 8×8 NSSTの場合、メモリと乗算は $1/4$ ずつ減少することができる。

【0441】

実施形態11: High Level Syntax

【0442】

本発明の実施形態においては、縮小された変換を上位レベルで制御するための上位レベルの構文構造を提案する。

【0443】

一実施形態において、次の表6の例示のように、SPS (sequence parameter set) を介して縮小された変換が許容するかどうか、サイズ、及び/または縮小因子に関する情報が転送されることができる。ただし、本発明がこれに限定されるものではなく、前述した構文はPPS (picture parameter set)、スライスヘッダ (slice header)などを介してシグナリングされることもできる。

【0444】

10

20

30

40

50

【表 6】

seq_parameter_set_rbsp() {	Descriptor	
SPS_video_parameter_set_id	u(4)	
SPS_max_sub_layers_minus1	u(3)	
SPS_temporal_id_nesting_flag	u(1)	
profile_tier_level(SPS_max_sub_layers_minus1)		
SPS_seq_parameter_set_id	ue(v)	
chroma_format_idc	ue(v)	10
if(chroma_format_idc == 3)		
separate_colour_plane_flag	u(1)	
pic_width_in_luma_samples	ue(v)	
pic_height_in_luma_samples	ue(v)	
conformance_window_flag	u(1)	
if(conformance_window_flag) {		
conf_win_left_offset	ue(v)	
conf_win_right_offset	ue(v)	
conf_win_top_offset	ue(v)	20
conf_win_bottom_offset	ue(v)	
}		
...		
Reduced_transform_enabled_flag	u(1)	
If(reduced_transform_enabled_flag) {		
reduced_transform_factor	ue(v)	
min_reduced_transform_size	ue(v)	
max_reduced_transform_size	ue(v)	
reduced_transform_size	ue(v)	30
}		
SPS_extension_flag	u(1)	
if(SPS_extension_flag)		
while(more_rbsp_data())		
SPS_extension_data_flag	u(1)	
rbsp_trailing_bits()		
}		

【0445】

表 6 を参照すると、Reduced_transform_enabled_flag が 1 であれば縮小された変換が使用可能であり、適用することができる。Reduced_transform_enabled_flag が 0 であれば、縮小された変換を使用することができないことを示す。もし、Reduced_transform_enabled_flag が存在しない場合、その値は 0 と同じであると推定することができる。

【0446】

Reduced_transform_factor は縮小された変換のための縮小された次元の数を指定する構文要素を示す。

【0447】

min_reduced_transform_size は縮小された変換を適用する最小変換サイズを指定する構文要素を示す。min_reduced_transform_size が存在しない場合、その値は 0 と同

40

50

じであると推定することができる。

【 0 4 4 8 】

max_reduced_transform_sizeは縮小された変換を適用する最大の変換サイズを指定する構文要素を示す。max_reduced_transform_sizeがなければ0と同じであると推定することができる。

【 0 4 4 9 】

reduced_transform_size縮小された変換のための縮小された次元の数を指定する構文要素を示す。Reduced_transform_factorがなければ0と同じであると推定することができる。

【 0 4 5 0 】

10

実施形態 1 2 : secondary transform kernels

【 0 4 5 1 】

本発明の実施形態においては、様々な二次変換カーネルを提案する。

【 0 4 5 2 】

一実施形態において、DCモードのための4x4 NSSTカーネルは次の表7のように定義することができる。

【 0 4 5 3 】

【表 7】

{ 223, -84, -36, 3, -79, 26, 16, -2, -18, 8, 5, -1, -2, 0, -1, 1 },
{ 76, 216, -82, -32, 8, -51, 10, 8, -27, -39, 17, 10, 2, 3, -1, -1 },
{ -54, 39, 20, -8, -215, -6, 71, 2, 88, -14, -31, 2, 15, 2, -7, -1 },
{ 6, -47, -4, 13, 7, -229, 39, 50, 1, 69, -9, -20, -3, 35, -2, -12 },
{ 58, 40, 203, -108, 4, -19, -51, 26, -6, -1, -56, 21, -7, -2, 13, -3 },
{ 36, 8, -33, 0, 65, 9, -9, -2, 196, 10, -64, -3, -120, 5, 42, 0 },
{ 18, 27, 47, 22, 65, 37, 206, -50, -27, 60, -62, -9, -3, -34, -37, 16 },
{ 1, 51, -10, 26, -32, 30, -73, 16, -4, 194, -8, -72, 19, -98, 32, 28 },
{ 30, 43, 83, 209, -10, -25, -46, -52, -6, -53, -30, -47, -5, 26, 9, 6 },
{ 29, 3, -6, 2, 50, 7, -21, -1, 107, 11, -29, 1, 205, 35, -77, -9 },
{ 17, 19, 68, 19, 13, 21, 37, 74, 63, 10, 197, -51, -35, 1, -76, -5 },
{ 4, -2, 16, -29, -9, -55, -28, -203, 31, 37, 84, 75, -9, -20, -23, 58 },
{ 7, -26, 2, 11, 16, -51, 11, 35, 27, -100, 1, 8, 33, -213, 10, 58 },
{ -6, -14, -15, -73, -1, -11, -10, -47, -9, -51, -28, -196, -13, 33, -47, 109 },
{ -6, 1, -20, 18, -16, -3, -55, 24, -21, 14, -69, 50, -76, -29, -215, -2 },
{ 0, 5, 2, 30, 1, 15, 7, 78, -2, 19, -1, 88, 5, 64, 19, 213 },

20

30

【 0 4 5 4 】

また、一実施形態において、プランナー (planar) モードのための4x4 NSSTカーネルは次の表8のように定義することができる。

40

【 0 4 5 5 】

【表 8】

{ -211, 122, 2, -2, 66, -27, -10, 3, 21, -20, 2, 1, 4, -1, 1, 0 },
{ 116, 169, -116, -7, 32, -82, 13, 16, -28, -15, 31, -5, -3, 5, -2, -2 },
{ -17, 77, -31, -7, -203, 71, 37, -4, 95, -32, -17, 3, 11, -16, 0, 3 },
{ -32, -60, 4, -2, -57, -201, 101, 25, 53, 49, -4, -16, -10, 23, -18, -8 },
{ 60, 81, 186, -108, -2, -38, -46, 18, 35, 1, -50, 23, -26, 8, 5, -2 },
{ 31, -37, -44, 8, 92, 9, 1, -5, 187, -95, -33, 9, -82, 16, 24, 0 },
{ 15, 43, -3, 15, 58, 63, 110, -49, 27, 157, -110, -24, -24, -44, -9, 28 },
{ -3, 12, -18, 94, -40, -28, -164, 48, 39, 115, -12, -49, -70, 2, 51, -11 },
{ -27, -46, -104, -190, 6, 17, -44, 83, 15, 64, -19, 25, 20, -27, 11, -5 },
{ 25, -3, 17, 37, 30, -34, -45, -1, 83, 3, 2, -17, 189, -125, -15, 25 },
{ 11, 15, 42, -22, 28, 58, 39, 38, 69, 67, 189, -77, -7, 30, -57, -26 },
{ 9, 9, -11, 31, 15, 27, -14, 58, 22, 13, -85, -3, 103, 178, -80, -56 },
{ 3, 4, 29, 42, 13, 29, 71, 197, -34, -53, -41, -65, -11, -61, 55, -32 },
{ 1, 3, 3, 54, 0, 5, -9, 74, 5, 19, 13, 164, -54, -62, -151, 10 },
{ 6, 9, 12, 27, 10, 9, 37, -7, 21, 48, 43, 138, 40, 10, 137, -138 },
{ -2, -4, -11, -20, -4, -10, -22, -57, -13, -25, -37, -69, -32, -77, -86, -200 },

10

【 0 4 5 6 】

20

また、一実施形態において、DCモードのための 8×8 NSS Tカーネルは次の表9のように定義することができる。

【 0 4 5 7 】

30

40

50

【表 9 - 1】

{ 218, -83, -33, 0, -5, -1, -2, 0, -89, 37, 13, 0, 2, 0, 1, 0, -18, 8, 3, -1, 1, 0, 0, 0, -4, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, -4, 2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }	
{ 77, 188, -115, -21, -12, -3, -5, -1, 40, -65, 23, 6, 0, 1, 0, 0, -47, -27, 27, 7, 2, 1, 1, 1, 4, 1, -3, -1, 1, 0, 0, 0, -8, -5, 5, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -3, -2, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }	
{ 45, -76, -3, 20, -2, 4, -1, 1, 197, -6, -68, -4, -6, -2, -3, 0, -102, 46, 29, -8, 3, -1, 1, 0, -8, -7, 8, 2, 0, 0, 0, 0, -14, 5, 1, 0, 0, 0, 0, -3, -1, 2, 0, 0, 0, 0, -5, 2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 1, 0, 0, 0, 0 }	
{ 70, 75, 181, -106, -6, -17, 2, -6, 20, -1, -72, 31, 3, 3, -1, 1, 7, -34, -39, 22, 3, 3, 0, 1, -16, 8, 11, -5, 0, 0, 0, 0, -2, -5, -6, 5, 1, 1, 0, 0, -3, 1, 2, -1, 0, 0, 0, 0, -1, -2, -2, 2, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }	10
{ -17, 39, -34, -8, 4, -2, 1, 0, 11, 212, -53, -45, -5, -8, -1, -3, -17, -91, 52, 22, -1, 3, 1, 1, 3, -22, 0, 7, 1, 1, 0, 0, 2, -6, 1, -1, 0, 0, 0, 0, 0, -6, 1, 2, 0, 1, 0, 0, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 0, 1, 0, 0, 0, 0 }	
{ 38, -6, -58, 8, 2, 2, 0, 1, 83, 8, -25, -4, -5, 0, -2, 0, 191, -14, -46, -2, -7, -1, -3, 0, -108, 20, 38, -3, 3, 0, 2, 0, 6, -7, 2, 2, 0, 0, 0, 0, -19, 4, 5, 0, 1, 0, 0, 0, 3, -2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, -6, 1, 1, 0, 0, 0, 0 }	
{ 21, 6, 54, -2, -11, 0, -1, 0, 75, 47, 203, -71, -25, -7, -2, -2, -12, -11, -70, 32, 11, 2, 1, 1, -7, -7, -28, 8, 6, 1, 0, 1, -7, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, -1, -2, -7, 3, 2, 0, 0, 0, -2, 0, -1, 0, 0, 0, 0, -1, -1, -2, 1, 1, 0, 0, 0 }	20
{ 25, 82, 58, 165, -84, 19, -15, 4, -17, 36, -36, -38, 30, -7, 4, -1, 5, 78, -47, -62, 17, -5, 3, -2, 1, -39, 24, 13, -7, 3, 0, 1, -3, -5, -4, -1, 4, 0, 1, 0, 1, -5, 4, 1, 0, 0, 0, 0, -1, -1, -2, -2, 1, -1, 0, 0, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 0 }	
{ 13, -31, 35, 112, -40, 13, -8, 3, 9, -66, -8, -13, 17, 0, 2, 0, -11, -187, 20, 23, 5, 8, 1, 2, 2, 80, -24, -18, -1, -3, 0, -1, 1, 6, 2, -9, 1, -1, 0, 0, 0, 10, -2, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 0, 3, 0, 0, 0, 0, 0 }	
{ 17, -5, -23, -4, 1, 1, -1, 0, 34, 10, -33, 11, 1, -1, 0, 0, 74, -4, -67, 5, 3, 0, -1, 1, 176, 3, -65, -7, 1, -2, -2, 0, -110, 23, 51, -8, 2, 0, 2, 0, 34, -6, -8, 2, -1, 0, -1, 1, -19, 3, 7, -1, 0, 0, 0, 0, 6, -2, -1, 0, 0, 0, 0 }	
{ 12, 14, 33, 39, 14, -4, 0, -1, 26, 46, 60, 174, -64, 15, -9, 3, 28, -9, 78, -106, 16, -1, 3, -1, -5, 3, -51, -8, 10, 1, 2, 0, -6, -5, 5, 8, -1, 1, 1, 0, -1, 1, -8, -6, 3, -1, 0, 0, 0, -1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, -1, -2, 1, 0, 0, 0 }	30
{ 22, 6, 53, -12, -13, 1, 0, 0, 9, -37, 14, -99, 23, -5, 4, -1, 79, 32, 179, -3, -47, -1, -6, -1, 14, -26, -62, 53, 8, 1, 0, 1, -24, 5, -10, -7, 7, 0, 0, 0, 5, -3, -5, 7, -2, 1, 0, 0, -3, 1, -2, -1, 1, 0, 0, 0, 1, -1, -1, 3, -1, 0, 0, 0 }	
{ 21, 31, 27, 80, 205, -58, 11, -6, -8, -14, -20, -51, -69, 23, -2, 1, -6, -2, -18, -9, -41, 12, -3, 0, 5, 2, 9, 10, 16, -5, 1, 0, -1, -1, 0, -7, -8, 3, 1, 0, 1, 1, 1, 4, 3, -1, 0, 0, 0, -1, 0, -2, -4, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 2, 0, 0, 0 }	
{ -5, 18, -4, -8, 0, -3, 1, -1, -8, 34, -19, -30, 16, -5, 1, 0, -16, 71, -8, -9, -2, -3, 1, -1, -27, 176, -103, -23, 19, -9, 3, -3, 22, -93, 57, 10, -7, 5, -2, 2, -7, 28, -14, 0, 1, -2, 1, 0, 3, -12, 6, 0, 1, 0, 0, 0, -2, 4, -2, 1, -1, 0, 0, 0 }	
{ 6, 5, 7, 15, 80, -8, 2, -3, 21, 22, 38, 54, 215, -39, 5, -3, -1, -2, -1, -5, -48, 25, -	40

【 0 4 5 8 】

【表 9 - 2】

2, 1, -2, -4, 1, -10, -49, 11, 3, 0, -1, 2, -1, 8, -3, -3, 1, 1, 0, -1, 0, -3, -	
9, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -3, 1, 0, 0 },	
{ -4, -16, -14, -64, 7, -6, 4, -1, 1, -17, -6, -77, 14, -8, 5, 0, -16, -60, -40, -201, 22, -	
6, 4, 0, 0, 6, -9, 54, -41, 10, -3, -1, 6, 10, -2, 53, -2, -4, 1, -1, -1, 0, -2, 0, 3, -1, -	
1, 0, 2, 0, 1, 5, -1, 0, -1, 0, -1, 0, 0, 0, -1, -1, 0, 0 },	
{ 1, 1, 11, -5, -4, 2, 0, 1, 7, 14, 37, -8, -16, 2, 0, 1, 13, 14, 48, -14, -	
12, 0, 0, 0, 68, 96, 168, -24, -39, -1, -4, -1, -63, -71, -65, 40, 14, 0, 3, 0, 19, 16, 10, -10, -	
1, 0, 0, 0, -8, -8, -5, 5, 0, 1, 0, 0, 3, 3, 1, -1, 0, 0, 0, 0 },	
{ 21, 6, -6, 0, -1, 1, -1, 0, 32, 9, -3, -2, -2, -1, 0, 0, 37, 14, -3, 0, 2, -2, -1, 0, 116, 33, -	10
13, -13, -4, 1, -1, 1, 191, 42, -88, -6, 2, -2, -2, 1, -33, 2, 18, -1, 0, 0, 1, 0, 12, 2, -	
4, 2, 0, 0, 0, 0, -6, 2, 3, 0, 0, 0, 0, 0 },	
{ 7, 11, 11, -3, 57, 206, -13, -10, -2, 0, -2, 3, -11, -33, 4, 5, -4, -6, -6, 2, -29, -128, -	
6, 9, -1, 1, -1, 4, 8, 4, -11, -3, -1, 1, 0, 14, -2, 1, 1, -2, 0, 0, 1, -1, 3, 1, 0, 0, 0, 1, -1, 0, 0, -	
2, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1 },	
{ 3, 3, 4, 8, 45, 1, -3, 0, 1, -2, 0, 4, 24, 27, -4, -1, 15, 11, 26, 41, 196, -38, 3, -	
1, 1, 21, 6, 92, -81, -23, -4, 1, -2, -2, 5, -38, -43, 2, -2, 0, 0, 4, -6, 3, 6, -1, 2, 0, 1, -2, 2, -	
3, -4, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 1 },	
{ 9, -18, 3, 7, -4, 2, 0, 1, 13, -25, 1, 8, -3, 3, -2, 0, 14, -33, -2, 13, -9, 4, 0, 0, 46, -	20
100, 13, 24, -11, 2, -3, 1, 69, -187, 81, 38, -25, 10, -5, 3, -9, 28, -17, -6, 5, -1, 0, -1, 3, -	
9, 2, -1, 1, 1, 0, 0, -3, 5, -5, 1, -1, 0, 0, 0 },	
{ 4, 3, 7, 10, 19, -7, 0, 0, -3, -9, -7, -36, -9, -2, 0, -2, 14, 11, 29, 19, 72, -13, 5, 1, -13, -	30
39, -41, -165, -65, 39, 2, 2, -4, 21, 2, 139, -3, -14, 3, -4, 1, 0, 4, -17, 11, 2, -1, 1, 0, 0, -	
2, 4, -3, 1, -1, 0, -1, -1, -1, 0, 1, -1, 0, 0 },	
{ -2, -3, -4, 3, -22, -63, 6, 11, 6, 9, 8, 1, 45, 175, -9, -15, -5, -7, -6, 1, -44, -	
148, 6, 15, 0, -3, -1, -4, 10, -36, -16, 2, 0, 7, -1, 27, 0, 24, -3, -10, 0, -1, 1, -4, -2, -	
10, 1, 2, 1, 1, 0, 0, 3, 6, 0, 0, 0, -1, 0, 1, -2, -4, 1, 1 },	
{ 3, 7, 18, -6, -12, 3, 1, 1, 2, 6, 19, -10, -15, 2, 0, 1, 3, 11, 34, -13, -32, 3, 0, 1, 15, 31, 84, -	
21, -45, -6, -4, -1, 53, 95, 189, -17, -54, -5, -2, 0, -3, -3, -4, 8, 6, 1, 1, 1, 3, 5, 8, -	
2, 1, 2, 1, 1, 0, -4, -1, 4, -1, 1, 1, 0 },	
{ 4, 0, -1, 0, 0, 0, -1, 0, 5, -1, -5, 1, 3, -1, 0, 0, 5, 0, -1, 0, 2, 0, -1, 0, -14, 7, 11, -8, 6, -7, -	40
2, 0, 45, -5, -18, 8, 0, -1, -2, 1, 166, -71, -152, 54, 24, -5, -2, 1, -39, 28, 21, -16, -3, 1, 1, -	
1, -5, 3, 9, -4, -3, 1, 0, 0 },	
{ 0, 0, 0, 2, -2, 13, -2, -1, 1, 1, 1, 2, 22, -9, 2, 0, 2, 0, 2, 1, 13, 37, -21, -3, 5, 0, 9, 12, 102, -	
133, -40, 5, -8, 16, -19, 87, -140, -44, 25, -2, 5, -9, 15, -31, 11, 25, -5, -2, -1, 5, -4, 4, 1, -	
5, 2, 4, -1, 0, 1, 0, -5, 3, 4, -1 },	
{ -2, -2, 2, -9, 14, -6, -151, 109, 0, 0, 0, 2, -3, -7, 41, -23, 2, -1, 1, 3, -8, -3, 136, -85, -	
1, 1, -1, 2, 5, 3, -37, 23, -1, 1, -1, 2, -8, 6, -15, 13, 0, -1, 1, -3, 6, -1, 4, -4, 0, -1, 0, 0, 0, -	
1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0 },	
{ -3, 4, -7, 18, -24, 12, -6, 2, -4, 7, -12, 33, -47, 24, -8, 3, -8, 10, -24, 55, -89, 38, -5, 1, -	
14, 23, -41, 108, -134, 27, 0, -6, -6, 24, -28, 99, -44, -22, 13, -3, 1, 4, -7, -2, 16, -	
8, 0, 0, 0, 2, -1, 0, 3, 0, 1, 0, -1, 1, -1, 1, -1, -1, 2, 0 },	
{ -1, -2, -2, 15, -17, -105, 54, 13, -1, -4, -2, 19, -21, -157, 65, 13, -1, -3, -	40

【 0 4 5 9 】

【表 9 - 3】

1, 16, -15, -129, 10, 8, 0, 5, -1, 26, -8, -8, -38, -2, 0, 6, -2, 21, -14, 14, -12, -8, 1, 0, 0, -5, 5, 10, 0, -2, 1, 0, 0, -1, 1, 3, 0, 0, 1, -1, 0, -1, 0, 2, 0, 0],	
{ 2, 1, -1, -2, -1, 0, 0, -1, 3, 5, 0, -2, -2, 1, 0, 1, 2, 1, -2, -2, -2, 0, 1, 0, -15, -15, -7, 2, -1, 3, 0, 1, 22, 24, -4, -16, -5, 0, 1, 0, 148, 180, 60, -53, -29, -3, -1, -1, -25, -29, 5, 15, 4, 0, 0, 1, -14, -14, -4, 6, 5, 0, 0, 0 },	
{ 1, 1, -1, 4, -7, 1, 72, -72, -1, -1, 0, -5, 9, -3, -121, 118, 2, -1, 0, 2, -6, -10, 119, -95, 1, 0, 0, 1, 7, 7, -21, 4, -3, 3, -4, 4, -16, 3, -30, 33, 1, -3, 1, -4, 8, 2, 14, -15, 0, -1, 0, -2, 2, -3, -5, 5, 0, 0, -1, 2, -1, 1, 3, -3 },	
{ 1, 0, -1, -12, -12, 3, 2, 2, 0, -1, -2, -18, -23, -1, 3, 3, -1, -3, -6, -32, -44, -11, -6, -3, -10, -23, -30, -88, -113, -62, -21, -5, -17, -39, -50, -132, -105, -24, -4, -4, -6, -11, -17, -28, -12, -3, 1, -1, -1, -1, 0, -6, -3, 2, 2, 0, 0, 3, 1, 0, -3, 1, 0, -1 },	10
{ -1, 2, -1, 0, -1, 1, 0, -1, -2, 3, -4, -1, 6, -3, 2, 1, -2, 2, 0, -1, -1, 2, -2, -1, 10, -14, 13, -8, 14, -13, -2, 0, -22, 34, -20, 3, -3, -2, 0, -1, -88, 138, -155, 37, 48, -19, 8, -5, 39, -55, 49, -9, -14, 7, -3, 1, 9, -10, 9, 0, -9, 3, 0, 0 },	
{ 1, 1, 1, 3, 6, 12, 0, -1, 0, 0, -1, 2, -12, -12, -4, 4, -1, 2, -1, 5, -6, 19, 5, -4, -5, -9, -10, 1, -62, -180, -9, 5, 11, 6, 22, 23, 144, -5, -52, 3, -2, 2, -7, -14, -18, 45, 13, -11, 1, -1, 2, 11, -1, -14, 5, 4, 1, -1, 0, -5, 4, 4, -1, 2 },	
{ -1, 0, 2, -1, 0, 1, 0, 0, -2, 0, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 0, 0, 1, -1, -1, 0, 0, -1, -6, 1, 2, 0, 0, -1, 0, -1, 11, -2, -9, 3, -1, 4, 2, 0, -25, 3, 19, -3, 2, 5, 1, -1, -118, 30, 126, -28, -29, 0, 1, 1, 121, -34, -120, 32, 27, -4, -1, 0 },	20
{ -3, -3, -2, -1, 0, -8, -73, -122, 0, 0, 0, -1, -1, 2, 32, 24, 3, 4, 2, 1, 0, 15, 109, 162, 0, 0, 0, 2, 4, 3, -36, -32, 0, -1, -2, -2, -6, -4, -24, -47, 0, -1, -1, -3, 6, 8, 7, 6, 0, 1, 0, -1, 3, 3, 2, 4, 1, -1, 1, 0, -1, 0, -1, 0 },	
{ 3, 4, 2, 1, 3, 46, 129, 82, 3, 4, 2, -1, 5, 59, 148, 79, 1, 2, 1, 0, 8, 48, 58, 19, -1, -1, -1, -3, 5, 10, -30, -17, -1, -1, -1, -3, 3, -4, -22, -15, 0, -1, 1, 0, 3, -1, -2, -2, 0, 0, 0, 0, 1, 0, -1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 0 },	
{ -1, -1, -1, -2, -1, 0, 0, -1, 1, 0, 3, 5, 1, -3, 0, 1, -1, -2, -1, -5, -3, -1, 0, -1, -2, -7, -8, -20, -14, -35, -11, -2, -4, -11, -7, -1, -10, -13, -4, 0, 16, 33, 92, 213, 73, -16, -6, 2, -4, -4, -19, -18, 8, 14, 3, -1, 1, -7, -15, -26, -11, 4, 2, 0 },	
{ -1, -2, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 0, -1, 0, 0, -1, 0, 0, -4, -4, -1, 2, 2, 1, 1, 1, 10, 11, 4, 0, -2, -3, -3, -1, -8, -11, -7, -1, 0, -2, 0, -1, -104, -132, -60, 29, 31, 6, 0, 0, 105, 128, 47, -34, -26, -3, 0, -1 },	30
{ 0, 0, 0, -1, -2, 10, -9, 0, 0, 0, -1, -1, 2, -12, 14, 3, 0, -1, 0, -2, -4, 16, -10, 6, 0, -1, -1, -3, 3, -34, 93, -21, -6, 11, -12, 17, -43, 156, -113, 18, 8, -10, 17, -33, 70, -80, 26, 2, -1, 1, -4, 2, -12, 17, 7, -8, -2, 1, 1, -2, 2, 5, -14, 4 },	
{ -3, -4, -2, -2, -1, -16, -90, -100, 3, 4, 3, 2, 1, 24, 116, 127, -2, -2, 0, 1, 0, -10, -83, -83, 0, -1, -1, -2, -4, 0, 4, -9, 2, 0, 4, 1, 11, 1, 27, 43, -1, -1, 0, 1, -5, -3, -14, -15, 0, 0, 1, 1, -1, 0, 5, 3, 0, 1, 0, 0, 1, 0, -2, -2 },	
{ 0, 0, -1, 2, -2, 5, -1, -2, -1, 0, -1, 2, -7, 2, 3, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 8, -1, 3, 0, -1, -1, -5, -1, 7, 1, 11, -4, 6, -9, 22, -48, 86, -20, -4, -12, 12, -25, 87, -173, 47, 45, -22, -3, 3, -10, 65, -43, -58, 24, 5, 2, -1, -5, -7, 26, -20, -1, 9 },	
{ 0, 1, -1, 0, 1, -1, 0, 0, -1, 0, 0, 0, -1, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 0, 1, 0, 0, -1, -3, 3, -2, 0, -	40

【 0 4 6 0 】

【表 9 - 4】

1, 1, 0, 0, 5, -6, 3, -2, 1, -2, -1, 1, -20, 27, -15, -4, 6, -7, 2, 0, -58, 83, -84, 19, 14, -7, 6, -4, 101, -143, 116, -7, -38, 17, -6, 6],	
{ 0, 1, 0, 0, 1, 7, -5, -9, 0, 1, 0, 0, 2, 12, -16, -16, -1, 2, -1, -1, 3, 27, -73, 6, -4, 4, -4, -1, 0, 44, -195, 71, -2, 3, 0, -5, 8, 43, -89, 27, 3, -2, 5, -14, 37, 5, 24, -13, 1, -1, 2, -3, 8, -10, 9, 2, -1, 0, -1, -1, -3, 2, 1, 1]},	
{ -3, -1, 3, 0, -1, 0, 1, -1, -4, -1, 4, 0, -1, 0, 0, 0, -2, -1, 2, 1, 0, 0, 1, 0, 0, -2, -1, 1, -2, 0, -1, 1, -1, -5, -1, 3, 0, 2, 2, 0, -27, -6, 34, 8, -8, 1, 6, -2, -99, 4, 137, -6, -36, 2, 4, 2, -101, 15, 144, -12, -45, 7, 4, 1]},	
{ 1, 0, -1, 4, -4, 15, 60, -126, 1, -1, 0, 4, -4, 15, 85, -160, 1, 0, 0, 2, -2, 9, 57, -84, 0, 1, -1, 2, -3, -2, 4, 32, -1, 0, -1, 1, -4, -4, -3, 30, 0, -1, 0, 0, 0, -7, -2, 2, 2, 0, -1, 1, -2, -1, -1, 2, 0, -1, 0, 0, 0, -2, 1]},	10
{ 0, 0, 0, -1, 4, 2, -3, 0, 0, 0, 0, 1, -5, -1, 5, -1, 0, 0, -1, -1, 5, 3, -5, 0, 1, 0, 1, -2, 0, -4, 15, 5, -2, 3, -6, 14, -10, 21, -26, 0, -4, 4, -2, 17, -72, 5, 18, -14, 7, -8, 12, -132, 156, -6, -30, 13, 0, -1, 0, 83, -86, 15, 10, -9],	
{ 0, 0, 0, 1, 1, -3, -5, 1, 0, 0, 1, 2, 0, -6, -2, 2, 0, 0, 0, 2, 6, -5, -12, -5, 1, 1, 3, 6, 14, -6, -18, -21, 0, -1, 5, 16, 6, -103, -79, 14, -5, -4, -4, 13, -98, -148, 36, 52, -2, 1, -8, -23, -32, 83, 29, -14, 2, 1, 3, -1, 33, 21, -7, -3]},	
{ 0, 1, 1, 0, 2, 10, 12, 1, -1, -1, -1, -1, -4, -13, -14, -5, 1, 2, 2, 1, 4, 21, 23, 12, -3, -4, -4, -6, -15, -41, -85, -49, 5, 6, 4, 6, 26, 109, 150, 43, -3, -4, -1, -1, -32, -104, -36, 23, -1, 0, -2, -7, 7, 24, -19, -19, 1, 3, 1, 3, 1, 4, 9, 1]},	
{ -3, 4, -1, -1, 1, -2, 1, -1, -4, 4, -1, -2, 2, 0, 1, 0, -2, 2, 1, -2, 2, -2, 1, -1, 1, -1, 3, -2, 3, -2, 1, 0, -5, 6, 0, -3, 2, -3, -2, 1, -46, 60, -34, -4, 13, -6, 0, 0, -108, 140, -80, -14, 37, -13, 6, -6, -78, 96, -46, -15, 31, -12, 4, -4]},	20
{ 0, 1, 1, 2, 3, 0, -1, 0, 0, -1, -1, -3, -3, -2, 0, 1, 1, 1, 1, 3, 3, 0, -1, -1, 0, 0, 1, 1, 1, 3, 4, 1, 0, -1, -1, -2, -3, -11, -12, -1, -3, -6, -8, -7, -18, -27, -8, -2, 11, 24, 61, 123, 116, 32, 2, 0, -9, -22, -59, -134, -89, 0, 7, 4]},	
{ 0, 0, 0, 0, 0, -5, 0, 19, 0, 0, 0, 0, 1, 6, -2, -28, 0, 0, 0, 0, 0, -9, 2, 39, 0, -1, 1, 0, 5, 14, -5, -135, -2, 1, -2, -1, -6, -37, -28, 191, 0, 1, 0, 1, 6, 38, 11, -51, 1, -2, 2, 3, 1, -34, 0, -6, 0, 0, -2, -4, -5, 7, -2, 12]},	
{ 3, 3, 1, -1, -1, -1, 0, 0, 3, 3, 1, -1, -1, 0, -1, 1, 1, 1, 0, 0, -1, 0, 1, 0, -1, -2, -1, -1, 0, 0, 0, -3, -4, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 23, 29, 20, 2, -4, -1, 2, 0, 106, 121, 61, -8, -17, -3, 2, 2, 113, 127, 65, -11, -20, -2, 1, 0]},	30
{ 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 3, -3, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 4, 0, 0, 0, 0, 0, -1, -1, 17, 1, -1, 2, -1, 3, -7, 43, -22, 4, -4, 4, -2, 4, -4, 105, -136, -2, 6, -6, 3, -9, 66, -57, -42, -5, 8, -8, -1, 0, 57, -126, 66]},	
{ 0, -1, 0, 2, 1, -1, -1, 0, -1, -1, 0, 2, 1, -2, -1, -1, 0, -1, 0, 0, 0, -2, -1, -1, -1, -2, -1, -3, -1, -4, -1, -3, -2, -4, -4, -4, -3, -12, -10, 3, -3, -6, 0, 25, 23, -14, -14, 5, 0, 6, 36, 132, 104, 13, -16, -5, 1, 9, 43, 139, 110, 5, -12, -4]},	
{ 0, 0, 0, 0, -1, -1, 4, 9, 0, 0, -1, 0, -2, -4, 10, 30, 0, 0, -1, 0, -3, -7, 24, 80, 0, 1, -1, 0, -5, -13, 51, 187, -1, 0, -1, 0, -5, -15, 27, 130, -1, -1, 0, 3, -8, -27, -14, 5, 0, -1, 1, 0, -3, -7, -8, -17, 1, -1, 0, -1, 4, -2, -1, -4]},	
{ 0, -1, 1, -1, 1, -4, 2, 0, 1, -1, 1, -1, 2, -5, 6, 1, 1, -1, 1, -1, 1, -4, 1, 0, 1, -1, 1, -1, 2, -6, 4, 2, 2, -4, 4, -4, 11, -31, 42, -20, 7, -10, 11, -13, 34, -87, 119, -35, 8, -	40

【 0 4 6 1】

10

20

30

40

【表 9 - 5】

14, 17, -16, 44, -140, 78, 17, 4, -10, 10, -20, 32, -78, 21, 27 },
 { 0, 0, -1, 2, 0, -2, 0, 0, 0, 0, -1, 2, -1, -2, 2, 1, 0, 0, -1, 1, 1, -3, 0, 2, 0, 0, 0, 0, 1, -3, -
 3, 1, 1, -1, 2, -5, 12, -19, 10, -3, 3, -2, -1, 4, 18, -37, 37, -3, -7, 13, -28, 83, -74, -
 22, 21, 9, -14, 23, -48, 128, -163, 14, 34, -5 },
 { 0, 0, 1, 1, 0, -3, -4, -3, 0, 0, 1, 1, 0, -3, -6, -3, 1, 1, 1, 2, 2, -3, -4, -2, 1, 1, 2, 2, 3, -5, -
 8, -6, 0, 0, 3, 4, 0, -28, -50, -29, -2, -1, 1, 5, -19, -74, -120, -67, -2, -2, 2, 4, -23, -101, -
 110, -55, 0, -2, 0, 1, -21, -73, -65, -22 },
 { 0, 0, 0, 0, 0, 2, 5, 6, 0, 0, -1, 0, -1, -3, -8, -7, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 6, 10, 0, 0, 0, 0, 0, -
 1, 0, 7, 0, 1, 1, 1, 2, 5, 4, -1, -2, -1, -2, -1, -8, -24, -82, -112, 0, 1, -4, -6, 1, 40, 126, 138, -
 1, 0, 2, 11, -1, -12, -65, -65 },
 { 0, 0, 0, 0, 0, -3, -1, 1, 0, 0, 0, -1, 1, 3, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -4, -2, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 2, 2, 1, 0, -
 1, 1, -1, 0, -4, 4, -9, 1, -3, 2, 1, 2, -33, 16, 17, -1, -2, 5, 9, -3, -103, -54, 73, 0, 7, -8, -
 30, 24, 191, -10, -82 },
 { 0, 0, 0, 0, 0, 1, -4, 3, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 7, -5, 0, 0, 0, 0, 0, 1, -6, 7, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 3, 1, 1, -
 1, 1, -1, 2, -3, 1, 5, 2, -2, 2, 0, 0, -13, 63, -61, -6, 8, -9, 11, -20, 61, -136, 109, 4, -9, 9, -
 12, 21, -75, 110, -64 },
 { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -2, -3, 0, -1, 0, 0, -1, -2, -6, -
 12, 0, 0, 0, -1, 1, 4, 18, 24, 1, 2, 1, 1, 10, 29, 74, 106, 0, 2, 1, 6, 4, 4, -21, 16, -3, -3, -1, 0, -
 24, -80, -150, -128 },
 { 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, -2, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 2, -5, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 4, -
 1, 1, 0, 0, 0, 1, 3, 7, -14, 2, -2, 1, -2, 1, 9, 21, -78, 4, -3, 3, -4, 5, 21, 53, -150, 3, -4, 4, -
 4, 10, 19, 64, -168 },

10

20

30

【 0 4 6 2】

また、一実施形態において、プランナー（planar）モードのための 8×8 N S S T カ
 ーネルは次の表 10 のように定義することができる。

【 0 4 6 3】

40

50

【表 1 0 - 1】

{ -216, 84, 26, -3, -2, 4, 1, 0, 94, -32, -15, 2, 1, -1, -1, 0, 25, -12, -3, 2, 0, 0, 0, 0, -12, 7, 3, -1, 0, 0, 0, 0, -4, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 3, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }	
{ -84, -42, 54, -3, 1, 3, 2, -1, -173, 84, 12, -9, -2, 2, 1, 0, 118, -27, -39, 9, 1, -2, -2, 0, 7, -11, 3, 2, 1, 0, 0, 0, -10, 3, 8, -3, 0, 0, 0, 0, 2, 1, -2, 0, 0, 0, 0, 0, 5, -1, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0 }	
{ 33, 199, -101, -5, -2, -1, -3, 2, -90, -30, 39, 5, -2, 2, 0, 0, 21, -55, 22, 8, -3, 3, 0, 0, 10, 9, -12, -2, 3, -1, 0, 0, 0, 7, -2, -2, 0, 0, 0, 0, -2, -3, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, -2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 1, 0, 0, 0, 0, 0 }	
{ -87, -37, -103, 60, 6, 2, -9, 4, -51, 84, 14, -16, -7, 3, 1, 0, -136, 30, 65, -21, -7, 4, 3, 0, 72, -30, -28, 10, 6, -3, -2, 0, 25, -8, -12, 5, -1, 0, -1, 0, 2, -2, 3, 0, 0, 0, 0, 0, -7, 3, 1, -1, 0, 0, 0, 0, 4, 0, -1, 0, 1, -1, 0, 0 }	10
{ 39, 65, 33, -6, -16, 7, -1, 1, 56, 184, -118, 15, -2, 0, -5, 3, -6, -71, 31, 12, 2, 1, 0, 0, -13, -7, 24, -9, -2, 1, 1, 0, -7, 0, -5, 2, 2, 0, 0, 0, -1, 4, 0, -1, 0, 1, -1, 0, -2, -4, 1, 1, 1, -1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 1, 0, 0 }	
{ -1, 68, 150, -43, -11, 8, 7, -2, -88, -47, -61, 27, 5, -2, -3, 1, -127, 53, -15, 6, 3, 1, -1, 0, 35, -11, 5, -6, -4, 0, 0, 0, 30, -14, 0, 2, 0, 0, 0, 1, -5, -2, -2, 0, 0, 0, 0, -1, -4, 3, -2, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0, -1, 0, 0, 0 }	
{ -19, -67, 0, -52, 42, -25, 12, -7, -34, -73, -70, 43, -5, 0, -5, 3, 4, -123, 135, -9, -17, 11, 0, -1, -3, 54, -32, -26, 15, -8, 2, -2, 31, 14, -38, 17, -2, 0, 0, 0, -9, -7, 12, -3, -3, 1, 0, 0, 7, -6, 2, 0, 3, -2, 0, -1, -1, 0, 2, 0, -2, 1, -1, 1 }	20
{ -8, 6, -64, 34, -14, 9, -9, 4, -36, -20, -109, 54, -5, 0, -7, 4, 54, 120, 29, -47, 3, -2, 4, -1, -105, -39, 53, -14, -3, 4, 0, -1, 73, -7, -22, 16, -5, 1, -1, 0, -26, -7, 6, -1, 0, 0, 0, 0, 14, 10, -3, -2, 2, -1, 0, 0, -11, -3, 1, 0, -1, 0, -1, 1 }	
{ -10, -1, 18, 25, 4, 2, -1, 1, -11, 37, 76, -31, 5, 1, 6, -3, -63, -47, -43, 17, -12, 4, -4, 2, -138, 98, 11, -12, 5, -2, 1, 1, 114, -56, -25, 16, -1, -1, -1, 0, -36, 11, 7, -2, -1, 1, 0, 0, 9, -7, -4, 1, 0, 0, 0, 0, -10, 8, 1, 0, 0, 0, 0, 0 }	
{ 11, -1, 45, 135, -114, 74, -28, 17, -13, -44, -22, -59, 59, -34, 13, -8, 7, -55, 41, -56, 47, -26, 12, -6, -1, 13, -15, 32, -32, 15, -6, 3, -13, 20, -8, 8, -3, 2, -1, 1, 0, -2, -1, -3, 3, -1, 0, 0, 2, -5, 4, -1, 1, 0, 0, 0, 1, -1, 0, -2, 0, 0, 0, -1 }	
{ 18, 30, 70, -26, 27, -9, 10, -5, 27, 30, 70, -69, -8, -3, 8, -6, 37, 36, 92, -19, -16, 9, 3, 0, -20, -95, -72, 54, 21, -9, -3, 2, 77, 68, -33, -11, 2, -2, 0, 1, -48, -33, 13, 4, 0, 2, 0, 0, 26, 10, 2, -1, -2, 0, 1, 0, -8, -10, 0, 1, 0, 0, 1, -1 }	30
{ -13, -26, -34, -11, 6, -14, 4, 0, -13, -37, -26, -51, 24, -5, 0, -4, -43, -75, -37, 85, 10, -3, -5, 2, -23, -103, 109, 14, -55, 14, 2, 1, 31, 73, -16, -74, 34, -7, 2, -3, -25, -10, -19, 13, 11, 6, -4, 2, 5, -8, 11, 8, -12, -3, 2, 1, -4, -3, 2, -1, 2, -2, 0, -3 }	
{ 15, 0, 5, 18, 4, -1, 0, 0, 35, -12, 15, 33, 11, -2, 4, 1, 50, -52, -40, -39, 15, -12, 1, -3, 129, -60, 43, -21, 5, 4, 0, -1, 140, -95, -13, 33, -9, 1, -1, 1, -18, 14, 9, -6, 1, -4, 1, -1, 6, -1, -7, -5, 6, 0, -1, 0, -1, 4, 2, 0, 0, 1, -1, 2 }	
{ 16, 24, 38, 150, 151, -49, 9, -3, -6, -27, -50, -55, -35, 14, -1, 1, 6, -13, -17, -14, -66, 23, -5, 6, 2, -3, 8, 5, 17, -10, 0, -3, -23, -13, 25, -3, 12, -2, 0, -2, 4, 6, -	40

【 0 4 6 4 】

【表 1 0 - 2】

5, -6, -3, 1, 0, 1, 0, -2, -1, 2, -3, 0, 0, 0, -1, 1, -2, 0, 1, -1, 1, -1 } ,	
{ -2, 4, 24, 20, 35, -13, 3, -4, -1, 13, 65, 103, -34, 37, -9, 8, -38, -46, -37, -120, 37, -33, 11, -8, -30, -33, 59, 13, 0, 7, -2, 0, -47, 81, -75, 38, -13, 2, -4, 2, 9, -28, 20, -4, 0, -2, 2, -1, -3, 1, -6, -7, 3, 0, 0, -1, 5, -8, 9, 1, -1, 2, -1, 0 } ,	
{ -3, 11, 7, -74, 23, -31, 14, -9, -9, 11, 26, -111, 29, -33, 15, -10, 0, 23, 71, -106, -9, -5, 9, -6, 0, 23, 126, -21, -48, 22, 0, -1, -34, -48, 21, 17, 0, 3, 1, -1, 27, 28, -1, -14, 5, -2, 1, 0, -6, -9, -1, -1, 2, -4, 1, 0, 3, 4, 4, -1, 1, -1, -1, 0 } ,	
{ 5, 11, 41, 66, 40, 4, 11, 1, 9, 24, 73, 95, 68, 10, 3, 3, 26, 54, 94, 76, 26, 10, 1, 2, 33, 55, 58, -47, -63, 14, 3, 1, 13, 30, -1, -50, 17, -4, 4, -2, 3, 24, -8, 9, 8, 6, -3, 2, 4, -7, 14, 10, -4, -2, 2, 1, 1, 5, 0, -1, 0, -1, -1, -1 } ,	10
{ 3, 5, -19, -17, -9, -2, -2, 1, 8, 13, -43, -38, -21, 8, -4, -1, 20, 35, -60, -51, -40, 0, -2, 0, 83, 134, 10, 25, -23, -4, 2, 2, 68, 125, -45, -40, 24, -6, 1, -1, -17, -3, 7, 1, 1, 8, -2, 1, 8, -6, 3, 6, -11, -2, 1, 0, 3, 5, 4, -1, 0, -1, 1, -1 } ,	
{ 3, 5, 7, 14, 6, -11, 0, 1, -1, -8, -10, -81, -126, 60, -17, 3, 12, 23, 24, 72, 130, -61, 19, -5, 17, 20, 11, -59, -15, 10, -1, -1, 4, 2, -53, 49, -20, 12, -4, 3, 10, -3, 20, -7, -2, -5, 2, -1, -5, 5, -5, 1, 9, 0, 0, -1, 5, -3, 2, -3, -4, 1, -1, 1 } ,	
{ -4, -1, -6, -1, -5, 1, -3, 0, 0, -3, -3, 3, 5, 0, -1, 0, -8, 6, -7, 10, -5, 4, 0, 1, 19, -5, 2, -3, -10, 7, -2, 0, -66, -10, -15, 20, 15, -8, 2, -1, -149, 75, 79, -47, -19, 9, -2, -1, 110, -50, -60, 32, 11, -6, 0, 1, -44, 16, 23, -10, -5, 4, 1, -1 } ,	
{ -3, -3, -4, 5, 13, -9, 7, 3, 1, 6, 0, -5, 8, -22, 9, -3, -14, -14, -10, -25, 35, -3, 1, -4, 3, 12, 4, -89, 22, 33, -8, -2, 20, 63, 143, -16, -105, 7, 6, 2, -61, -70, 16, 51, -6, -29, 5, -4, 25, 27, -29, -23, 28, 11, -7, -3, -12, 1, 3, -10, -1, 5, 2, 4 } ,	20
{ -2, -1, -3, -14, 22, -25, 12, -8, -1, 2, -10, 31, -54, 45, -22, 12, -3, -13, 10, -57, 75, -49, 21, -12, -16, 13, -46, 93, -68, 32, -15, 9, 19, -43, 85, -84, 34, -15, 9, -7, -32, 47, -56, 30, -4, 7, -5, 4, 16, -29, 28, -10, -2, -3, 3, -2, -14, 16, -14, 7, -1, 0, -1, 0 } ,	
{ -2, 6, -24, -16, 86, -52, 20, -10, -2, 11, -38, -7, 119, -68, 26, -8, 1, 16, -45, 24, 74, -30, 9, -3, -1, 12, -63, 52, -54, 49, -23, 10, 0, 6, -54, 69, -45, 14, -8, 4, 6, -4, -1, 6, 7, -11, 4, -2, 1, -3, 4, -14, 16, -1, -1, 0, 5, -3, 1, -2, 1, 0, -1, 1 } ,	
{ 1, -2, -1, -32, 79, 121, -118, 23, 1, 1, 2, 5, -11, -26, 20, 0, -1, -1, 2, 16, -53, -96, 97, -20, -1, 0, 3, -9, 9, 36, -37, 2, 1, -2, 3, -18, 9, 34, -35, 8, 1, 3, 1, -2, -2, -8, 11, -1, 0, 2, -1, 2, 2, -7, 5, -3, -1, -2, 3, 3, -4, -4, 2, 0 } ,	30
{ 0, 1, 2, 1, -7, 8, -1, 1, 0, -3, 4, -8, -2, -6, 3, -2, -3, 6, -1, -2, -10, 4, -3, 0, 5, -11, 11, -35, 59, -25, 5, -2, -9, 38, -25, 45, -56, 28, -7, 5, -42, 102, -134, 49, 24, -20, 9, -2, 30, -75, 94, -41, -5, 7, -3, -1, 4, 5, -14, 10, -4, 3, -5, 3 } ,	
{ -1, 1, 5, 3, -46, -97, -29, 19, 0, -1, -7, -11, 81, 149, 27, -26, 1, 5, 8, 7, -66, -120, -11, 17, -2, -3, -7, -9, 21, 19, -2, -1, -2, -4, 3, 2, 0, 36, 3, -8, 0, -6, 5, 9, -10, -22, 2, 6, 1, 3, -3, -8, 5, 6, -1, -3, -1, 0, 2, 1, 1, -3, 0, 1 } ,	
{ 2, 1, 0, 1, -3, 0, 0, 0, 2, 2, 1, -1, -4, -2, 2, 0, -5, 2, 1, 0, 0, -1, 0, -1, 0, -1, -4, -4, 5, -3, -1, 1, 14, -4, -11, 1, 7, -2, -1, 2, 119, -53, -72, 41, 5, -4, -2, 0, 146, -64, -83, 47, 12, -8, -4, 2, -62, 17, 41, -21, -12, 10, 0, 1 } ,	
{ -1, -3, -1, 2, -1, 0, -5, 1, -3, -4, 3, 14, -1, -1, 4, 1, 0, 4, 30, 55, 28, 0, 7, 2, 16, 38, 92, 145, 106, 15, 3, 5, 15, 27, 76, 96, 34, 10, 5	40

【 0 4 6 5】

【表 1 0 - 3】

, 4, -4, -13, 4, 0, -10, -2, 4, -1, 5, 4, -9, -5, 6, 6, -3, -1, 1, 4, 4, 5, 3, 2, 1, 1],	
{ -1, 4, -6, -3, 30, -20, 5, -5, -3, 6, -10, -13, 63, -41, 12, -9, -4, 7, -12, -32, 97, -62, 23, -9, -5, 6, -7, -53, 124, -93, 32, -12, -2, 3, 0, -66, 87, -28, 11, -9, -4, 2, 5, -18, -4, 18, -2, 1, -5, -6, 6, 21, -20, -2, 5, 1, -4, -1, 3, 3, -7, 2, -1, 0],	
{ 0, 0, 1, 1, 1, 4, -3, -2, 2, 3, 1, -1, -2, 2, -2, -1, 10, 13, 7, 2, -7, -2, 0, 1, 20, 25, 18, 11, -11, -17, 1, 1, -44, -64, -43, 4, 23, 9, -4, 2, -115, -160, -65, 52, 40, 10, -4, 2, -46, -60, -3, 27, 0, -8, 0, 1, 18, 11, -1, -12, -12, 0, 0, -1],	
{ 0, -2, -14, -24, 53, 123, 32, -23, 0, -3, -17, -28, 64, 140, 28, -20, -1, -2, -8, -11, 29, 46, 1, -2, -1, -1, 5, 14, -21, -81, -15, 18, -1, -2, 11, 25, -31, -73, -8, 10, 2, -3, 6, 16, -18, -3, -1, -6, 3, 3, -1, -2, -4, 15, -5, 1, 1, 0, -1, -6, -1, 11, 0, 0],	10
{ 1, -1, -9, -2, 30, 93, 133, 54, 0, 1, 0, 0, -9, -22, -26, -21, -1, 2, 5, 1, -31, -102, -116, -36, -1, -1, -2, 0, 10, 37, 47, 22, -2, -3, -4, -1, 15, 35, 37, 12, -1, 1, 0, -1, -2, -11, -11, -6, 1, 2, -4, -2, 3, 0, -1, 1, 0, 0, 1, 2, 4, -2, -1, 0],	
{ 1, 2, 4, 4, -2, 0, 3, 1, -2, -5, -7, -7, -5, -4, 4, 0, 5, 7, 12, 9, 7, 4, -4, 0, 7, 16, 35, 61, 76, 25, -2, 3, -22, -50, -79, -115, -106, -22, -3, -2, 14, 27, 70, 97, 26, -3, 6, -2, -1, -7, -31, -43, -3, 4, -6, -1, 2, 5, 12, 9, 6, 5, 1, 3],	
{ 0, 1, 3, 1, -8, -2, -2, 0, 0, 1, 2, -6, -5, -13, 9, 2, 1, 4, -3, -1, -14, 6, 0, -3, 2, -6, -10, -45, 17, 96, -39, 6, -10, -1, -25, 35, 97, -123, 35, 1, -4, -3, 2, 89, -85, -26, 27, -9, 0, -2, 15, -46, -8, 59, -27, -1, 2, 3, -4, -12, 19, -2, 2, 9],	20
{ 0, 0, 0, 1, 0, 0, 2, 1, 0, 1, 1, 2, 3, 2, 1, -2, 2, 4, 8, 10, 9, 7, 1, 1, 4, 9, 13, 13, 21, 20, -4, 2, -3, -7, -27, -50, -44, -19, 0, -4, -13, -33, -88, -143, -98, -42, -1, -5, -7, -13, -64, -105, -38, -1, -6, -1, 1, 9, -12, -19, -3, -2, -1, 1],	
{ 0, -1, 3, -13, 24, 2, -92, 73, 0, 0, -4, 17, -42, -13, 140, -90, 0, -1, 4, -10, 37, 20, -107, 55, -1, 1, 0, 7, -14, -6, 6, 3, 0, -1, 0, -4, 1, -8, 50, -27, -1, 4, -5, -5, 11, 4, -22, 15, 0, -2, 3, 3, -6, 2, 5, -3, -2, 1, -2, 0, 4, -1, -4, 0],	
{ 0, 0, 0, 0, 3, 4, -2, -2, 0, 0, 0, 1, -3, -12, 1, 4, 0, -1, -1, -2, 14, 34, 4, -10, 0, 2, 6, 11, -33, -85, -12, 15, -4, -8, -13, -15, 53, 133, 16, -21, 0, 5, 27, 55, -72, -116, 5, 17, 1, 1, -21, -45, 46, 67, -10, -15, -1, 1, 6, 13, -15, -26, 2, 11],	
{ -1, 0, 2, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, -2, 1, -1, -1, 2, 0, 1, 1, -2, 3, -2, -3, 5, -1, -4, 3, 1, 2, -3, 2, -2, 4, -3, 4, 0, -1, 5, 2, -7, 12, -10, -4, 12, -9, 8, -2, -87, 24, 33, -18, 1, 0, 1, -2, -169, 30, 140, -59, -43, 21, -1, 1],	30
{ 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 0, -1, -2, 0, 1, -1, 1, 3, 0, 4, 5, 3, -3, 0, 3, -3, -1, -16, -24, -13, -4, 13, 18, -4, 1, 28, 33, 21, -4, -19, -7, 4, 2, 23, 36, 25, -9, -33, -20, -3, -2, -101, -140, -47, 73, 47, 6, -6, -3, 76, 85, 21, -56, -27, 12, 8, 2],	
{ 0, 0, 4, -4, -6, -47, -8, 166, 0, 0, 1, 1, 4, 10, -12, -31, 1, 0, -3, 3, 5, 44, 34, -145, 0, 0, 1, 1, -4, -24, -4, 64, -1, -1, 0, 1, -1, -18, -27, 57, 0, -1, 0, 1, 0, 8, 4, -30, 0, 0, 0, -2, 0, 0, 4, -2, 3, 0, -2, 0, -2, 5, 1, 2],	
{ 0, 0, 3, -17, 32, 10, -95, 73, 0, 1, 3, -18, 38, 14, -116, 81, 0, 0, 0, -5, 13, 8, -31, 15, 0, -1, -5, 12, -19, -6, 105, -68, 1, -1, -1, 17, -22, -23, 77, -39, 0, -1, -1, 12, -9, -9, 0, 8, 1, 0, -2, -4, -1, 12, -16, 6, 2, 0, 3, -4, 2, 8, -12, 6],	40

【 0 4 6 6 】

10

20

30

40

【表 1 0 - 4】

{ 0, 0, 1, -1, 1, -4, 1, 1, 0, -1, 4, -2, 4, -4, 3, 0, 3, -6, 6, -5, 1, -5, 4, 0, 2, -3, 1, -1, 3, -5, 4, -3, -7, 16, -25, 17, -5, 5, -9, 2, -29, 59, -81, 56, -22, 22, -14, 6, -56, 108, -126, 66, -10, 2, -1, 2, -41, 75, -74, 27, 2, -5, 3, 1 }	
{ 0, 0, 0, 0, 2, -2, 1, 1, 0, 0, -1, -1, 4, -4, 0, 0, 0, 0, -1, -3, 7, 5, -9, 2, 1, -1, 4, 2, -4, 11, -8, 1, 2, -8, 7, 3, -42, 58, -3, 4, 4, -15, 18, 28, -126, 77, 6, -1, 4, -20, 39, 63, -145, 35, 0, 1, 0, -17, 23, 46, -71, 22, -11, -3 }	
{ 0, 0, 0, -3, 3, -2, 1, 0, 0, 1, -2, 5, -4, 3, -1, 1, 0, -2, 3, -5, 11, 0, -1, -3, -2, 2, -4, 6, 2, 8, -2, -3, 2, -3, 7, -3, -12, 6, -11, 13, -3, 4, 2, -30, 80, -84, 52, -17, 1, 0, -6, 63, -126, 107, -49, 11, -4, 6, 2, -51, 82, -59, 26, -7 }	10
{ 0, -1, 0, 1, -1, -3, 1, -2, 0, 1, 0, 2, -2, 1, 0, -1, 1, -3, 3, -3, 2, 0, -3, 1, -3, 5, -5, 4, 0, 3, -9, 3, 3, -2, 2, -4, 8, -8, 4, -2, -27, 48, -60, 19, 7, -13, 11, -4, -11, 47, -72, 31, 5, -5, -2, 2, 98, -150, 121, -32, -27, 24, -8, 1 }	
{ 0, 0, 0, 1, -4, 2, 9, -4, 0, -1, 1, -3, 6, 2, -22, 19, 0, 0, -2, 5, -12, 0, 35, -40, 1, -1, 4, -9, 19, -3, -99, 72, 0, 2, -6, 10, -22, 0, 140, -92, 3, -1, -3, -17, 35, 2, -85, 60, -1, -1, -1, 18, -34, 8, 40, -32, 0, 0, -3, -8, 16, -1, -19, 14 }	
{ 0, -1, -1, -2, 1, 6, 54, 85, 0, 1, 3, 5, 2, -8, -92, -144, 0, -2, -3, -3, -1, 10, 81, 122, 1, 0, 0, 2, 0, 0, -23, -26, 0, 0, 0, 4, -1, -3, -12, -41, 1, 1, 1, 3, 0, 1, 17, 28, 0, -2, 0, 1, 1, 2, -8, -10, 0, 0, 1, -2, -4, -5, 2, 2 }	
{ 1, 1, 0, -1, 1, 0, -1, -1, 0, -1, -1, 0, -1, -1, 1, 1, -2, -2, 0, 0, -1, -3, -2, 0, -3, -4, -1, 2, -4, -10, -3, -1, -8, -9, -5, 2, 15, 14, 4, 1, -5, -3, -3, 8, 22, 22, 6, 0, 68, 90, 30, -44, -33, -8, -2, -2, 107, 144, 54, -87, -66, -1, 2, -2 }	20
{ 0, 1, 5, 8, -13, -33, -14, -3, 0, 1, 9, 15, -27, -70, -26, 5, 1, 2, 14, 25, -40, -106, -38, 11, 2, 3, 19, 28, -55, -137, -50, 13, 2, 3, 17, 25, -51, -100, -27, 2, 1, 0, 11, 16, -31, -21, 0, -2, 0, -3, 2, -5, -10, 12, -5, -1, 1, 0, 0, -8, -2, 8, 2, 0 }	
{ 0, 0, -1, -1, -1, -3, 2, 2, 0, 0, 1, 1, -1, -2, 2, 0, -1, -2, -1, -2, 0, 4, 0, -1, 6, 11, 18, 22, 27, 22, -1, -1, -10, -20, -30, -36, -38, -17, 4, 2, -4, -11, -20, -32, -57, -45, -12, -3, 32, 59, 92, 120, 90, 35, 1, -4, -16, -32, -61, -87, -51, -4, 8, 2 }	
{ 0, 1, 2, 3, 5, -5, -77, -110, 0, 1, 2, 3, 5, -7, -87, -126, 0, 1, 0, 0, 1, 1, -22, -27, 0, -1, -2, -3, -3, 10, 69, 109, 0, 0, 0, 0, -4, 1, 38, 63, 1, 1, 0, 2, -2, 3, -1, -8, 1, 2, -3, -3, 3, 10, 1, -9, 1, 1, -3, -1, 2, 4, -3, -6 }	30
{ 0, 0, 0, 0, -1, -1, 1, 1, 0, -1, -1, -2, -2, -1, 0, -2, 0, 1, 1, 0, 2, 2, 3, 2, 1, 1, 1, 2, 6, 9, 4, 5, -5, -8, -12, -16, -19, -19, -8, -8, -10, -19, -27, -31, -33, -34, -14, -3, 16, 33, 45, 59, 48, 25, 12, 3, 34, 72, 109, 137, 103, 41, 13, 4 }	
{ 0, 0, 1, -10, 15, 7, -46, 30, 0, 0, 3, -16, 28, 14, -86, 53, 1, 0, 3, -19, 36, 22, -109, 67, 1, 1, 2, -18, 36, 21, -120, 67, 0, 1, 0, -15, 29, 23, -83, 38, 1, 2, -2, -9, 13, 5, -22, 12, -1, 2, 0, 2, 7, -9, 2, 0, -3, 1, -2, 2, 1, -5, 10, -3 }	
{ 0, 0, 0, 0, 0, 2, -2, -3, 0, 0, 0, -1, -1, 0, 11, 14, 0, 0, 1, 0, 0, 1, -18, -31, 0, -1, -2, -3, 0, 14, 64, 85, 0, 2, 4, 5, -2, -20, -94, -135, -1, -3, -3, -5, -2, 18, 73, 107, 1, 0, 3, 4, 6, -2, -46, -65, 0, -2, 1, 1, -11, -8, 17, 27 }	
{ 0, 1, 0, -1, 0, 0, -2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 0, 0, -1, 0, -2, 4, 5, -8, 4, 0, 0, 3, 2, 1, -	40

【 0 4 6 7】

10

20

30

40

【表 1 0 - 5】

18, -23, 30, -1, -2, -3, -5, 0, 43, 18, -41, -2, 0, 3, 17, -46, 10, 100, -45, -2, 8, 12, 17, -5, - 84, 4, 50, -3, 7, -16, -74, 116, 64, -109, 8 },	
{ 0, 0, 0, 0, 0, 2, -1, -2, 0, 0, 0, -2, 2, 3, -1, 4, 0, 0, 1, 2, -1, -7, -11, -6, 0, 0, 5, 3, 2, -20, -59, - 13, 1, 1, -4, -14, -18, 9, 81, 36, 1, -2, -18, -31, 4, 95, 113, -6, -2, 1, -4, 4, 67, 24, -89, - 26, 0, 5, 20, 39, -15, -109, -17, 40 },	
{ 0, 0, 1, -1, 1, 0, -1, 2, 0, 0, 0, 0, 1, -1, 2, 0, 0, 0, 0, -1, 3, -3, 8, -2, 1, -1, 2, 0, -2, -15, 25, -9, 0, - 2, 0, 5, -15, 24, -23, 10, -2, 4, -8, 33, -73, 85, -80, 32, -1, -4, 10, -15, 15, -9, 12, -8, 2, -15, 38, - 85, 123, -106, 71, -28 },	10
{ 0, -1, -1, -1, -3, -4, 27, 44, 0, -1, 0, -1, -6, -8, 48, 87, 0, -2, -1, -2, -8, -11, 65, 121, -1, -2, -1, - 2, -8, -10, 69, 137, -1, -1, 0, -1, -6, -5, 45, 83, 0, -1, 0, -1, -1, 2, 15, 20, 0, -1, -2, -2, - 1, 12, 7, 0, 1, -1, -1, -3, -1, 8, -1, -4 },	
{ 0, 0, 0, 0, 1, 2, -4, 2, 0, 0, 0, -1, 3, 4, -8, 6, 1, 0, 0, -1, 5, 6, -14, 6, 1, 0, 0, 0, 1, 0, -9, 5, 0, -1, - 2, 4, -4, -10, 34, -21, 0, -1, -2, 10, -12, -33, 108, -56, 0, 0, -1, 14, -16, -60, 149, -68, -1, 2, - 1, 14, -14, -48, 108, -44 },	
{ 0, 0, -1, -1, 1, 1, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -3, -3, 2, 0, 0, 2, 2, -4, -10, -6, 1, 0, 1, 2, 0, -6, -9, -9, - 7, 1, 0, -2, -6, 2, 27, -4, -22, 2, -1, -10, -19, 24, 101, 35, -26, 1, -5, -21, -36, 45, 157, 64, -11, -1, - 8, -20, -34, 26, 116, 45, -7 },	20
{ 0, 0, 0, 0, 0, -1, 2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, -4, 0, 0, 0, 1, 2, 3, -8, -26, 1, 1, 0, 1, 1, -1, -21, -52, 0, -2, - 2, -3, -1, 0, 22, 81, -1, -1, 0, -2, -3, -14, 49, 157, 1, 2, 0, 3, 0, -8, 0, -44, 1, 2, -6, -5, 17, 48, -29, - 148 },	
{ 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 2, 0, 0, 0, -1, 0, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 0, -1, -2, -3, -1, 0, 0, -2, - 1, 4, 11, 19, 19, 1, 2, 4, 2, -6, -24, -39, -39, 0, -1, -4, -3, 6, 11, 5, 1, -1, -5, -9, - 5, 23, 71, 106, 80, 3, 8, 19, 18, -30, -108, -135, -76 },	
{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 2, 0, 0, 0, 0, -1, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 0, -1, -1, 7, -5, 0, 0, 1, -3, 2, -5, -15, 45, 1, 0, - 2, 1, -2, 8, 29, -67, 1, 1, -2, -2, 0, 9, 10, -29, -2, 1, 3, -6, 17, -17, -85, 140, -2, -2, -4, 19, - 28, 11, 98, -135 },	30
{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 4, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 4, 10, 0, 0, 0, 0, -1, -2, 7, 19, 0, 0, -1, -1, 0, 1, 7, 16, 0, 0, - 1, 0, 3, 4, -12, -37, 1, 0, -1, 1, 4, 8, -47, -121, 0, 1, 0, 0, 6, 7, -69, -154, -1, 1, 3, 2, 5, 1, -61, -118 },	

【0 4 6 8】

先に注意深く見た表 7 ~ 1 0 の変換カーネルは、縮小された変換のために、さらに小さなサイズの変換カーネルに定義することができる。

【0 4 6 9】

たとえば、DCモードであり R = 8 である 4 x 4 N S S T の場合、メモリ及び乗算は 1 / 2 に減少することができる。したがって、縮小された変換カーネルは、先に表 7 の変換カーネルの上側半分だけの係数 (8 x 1 6 行列) だけ維持することにより、次の表 1 1 のように、さらに小さなサイズで定義することができる。

【0 4 7 0】

10

20

30

40

50

【表 1 1】

{ 223, -84, -36, 3, -79, 26, 16, -2, -18, 8, 5, -1, -2, 0, -1, 1 },
{ 76, 216, -82, -32, 8, -51, 10, 8, -27, -39, 17, 10, 2, 3, -1, -1 },
{ -54, 39, 20, -8, -215, -6, 71, 2, 88, -14, -31, 2, 15, 2, -7, -1 },
{ 6, -47, -4, 13, 7, -229, 39, 50, 1, 69, -9, -20, -3, 35, -2, -12 },
{ 58, 40, 203, -108, 4, -19, -51, 26, -6, -1, -56, 21, -7, -2, 13, -3 },
{ 36, 8, -33, 0, 65, 9, -9, -2, 196, 10, -64, -3, -120, 5, 42, 0 },
{ 18, 27, 47, 22, 65, 37, 206, -50, -27, 60, -62, -9, -3, -34, -37, 16 },
{ 1, 51, -10, 26, -32, 30, -73, 16, -4, 194, -8, -72, 19, -98, 32, 28 },

10

【0 4 7 1】

別の例において、DCモードであり $R = 16$ である 8×8 NSS T の場合、メモリ及び乗算は $1/4$ に減少することができる。したがって、縮小された変換カーネルは、先の表 9 の変換カーネルの上側 $1/4$ だけの係数 (16×64 行列) を維持することにより、次の表 12 のように、さらに小さなサイズで定義することができる。

【0 4 7 2】

20

30

40

50

【表 1 2 - 1】

{ 218, -83, -33, 0, -5, -1, -2, 0, -89, 37, 13, 0, 2, 0, 1, 0, -18, 8, 3, -1, 1, 0, 0, 0, -4, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, -4, 2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }	
{ 77, 188, -115, -21, -12, -3, -5, -1, 40, -65, 23, 6, 0, 1, 0, 0, -47, -27, 27, 7, 2, 1, 1, 1, 4, 1, -3, -1, 1, 0, 0, 0, -8, -5, 5, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -3, -2, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }	
{ 45, -76, -3, 20, -2, 4, -1, 1, 197, -6, -68, -4, -6, -2, -3, 0, -102, 46, 29, -8, 3, -1, 1, 0, -8, -7, 8, 2, 0, 0, 0, 0, -14, 5, 1, 0, 0, 0, 0, 0, -3, -1, 2, 0, 0, 0, 0, 0, -5, 2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 1, 0, 0, 0, 0 }	
{ 70, 75, 181, -106, -6, -17, 2, -6, 20, -1, -72, 31, 3, 3, -1, 1, 7, -34, -39, 22, 3, 3, 0, 1, -16, 8, 11, -5, 0, 0, 0, 0, -2, -5, -6, 5, 1, 1, 0, 0, -3, 1, 2, -1, 0, 0, 0, 0, -1, -2, -2, 2, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0 }	10
{ -17, 39, -34, -8, 4, -2, 1, 0, 11, 212, -53, -45, -5, -8, -1, -3, -17, -91, 52, 22, -1, 3, 1, 1, 3, -22, 0, 7, 1, 1, 0, 0, 2, -6, 1, -1, 0, 0, 0, 0, 0, -6, 1, 2, 0, 1, 0, 0, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 0, 1, 0, 0, 0, 0 }	
{ 38, -6, -58, 8, 2, 2, 0, 1, 83, 8, -25, -4, -5, 0, -2, 0, 191, -14, -46, -2, -7, -1, -3, 0, -108, 20, 38, -3, 3, 0, 2, 0, 6, -7, 2, 2, 0, 0, 0, 0, -19, 4, 5, 0, 1, 0, 0, 0, 3, -2, 1, 0, 0, 0, 0, 0, -6, 1, 1, 0, 0, 0, 0 }	
{ 21, 6, 54, -2, -11, 0, -1, 0, 75, 47, 203, -71, -25, -7, -2, -2, -12, -11, -70, 32, 11, 2, 1, 1, -7, -7, -28, 8, 6, 1, 0, 1, -7, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, -1, -2, -7, 3, 2, 0, 0, 0, -2, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, -1, -1, -2, 1, 1, 0, 0, 0 }	
{ 25, 82, 58, 165, -84, 19, -15, 4, -17, 36, -36, -38, 30, -7, 4, -1, 5, 78, -47, -62, 17, -5, 3, -2, 1, -39, 24, 13, -7, 3, 0, 1, -3, -5, -4, -1, 4, 0, 1, 0, 1, -5, 4, 1, 0, 0, 0, 0, -1, -1, -2, -2, 1, -1, 0, 0, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 0 }	20
{ 13, -31, 35, 112, -40, 13, -8, 3, 9, -66, -8, -13, 17, 0, 2, 0, -11, -187, 20, 23, 5, 8, 1, 2, 2, 80, -24, -18, -1, -3, 0, -1, 1, 6, 2, -9, 1, -1, 0, 0, 0, 10, -2, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 0, 3, 0, 0, 0, 0, 0 }	
{ 17, -5, -23, -4, 1, 1, -1, 0, 34, 10, -33, 11, 1, -1, 0, 0, 74, -4, -67, 5, 3, 0, -1, 1, 176, 3, -65, -7, 1, -2, -2, 0, -110, 23, 51, -8, 2, 0, 2, 0, 34, -6, -8, 2, -1, 0, -1, 1, -19, 3, 7, -1, 0, 0, 0, 0, 6, -2, -1, 0, 0, 0, 0, 0 }	
{ 12, 14, 33, 39, 14, -4, 0, -1, 26, 46, 60, 174, -64, 15, -9, 3, 28, -9, 78, -106, 16, -1, 3, -1, -5, 3, -51, -8, 10, 1, 2, 0, -6, -5, 5, 8, -1, 1, 1, 0, -1, 1, -8, -6, 3, -1, 0, 0, 0, -1, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 0, -1, -2, 1, 0, 0, 0 }	30
{ 22, 6, 53, -12, -13, 1, 0, 0, 9, -37, 14, -99, 23, -5, 4, -1, 79, 32, 179, -3, -47, -1, -6, -1, 14, -26, -62, 53, 8, 1, 0, 1, -24, 5, -10, -7, 7, 0, 0, 0, 5, -3, -5, 7, -2, 1, 0, 0, -3, 1, -2, -1, 1, 0, 0, 0, 1, -1, -1, 3, -1, 0, 0, 0 }	
{ 21, 31, 27, 80, 205, -58, 11, -6, -8, -14, -20, -51, -69, 23, -2, 1, -6, -2, -18, -9, -41, 12, -3, 0, 5, 2, 9, 10, 16, -5, 1, 0, -1, -1, 0, -7, -8, 3, 1, 0, 1, 1, 1, 4, 3, -1, 0, 0, 0, -1, 0, -2, -4, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 2, 0, 0, 0 }	
{ -5, 18, -4, -8, 0, -3, 1, -1, -8, 34, -19, -30, 16, -5, 1, 0, -16, 71, -8, -9, -2, -3, 1, -1, -27, 176, -103, -23, 19, -9, 3, -3, 22, -93, 57, 10, -7, 5, -2, 2, -7, 28, -14, 0, 1, -2, 1, 0, 3, -12, 6, 0, 1, 0, 0, 0, -2, 4, -2, 1, -1, 0, 0, 0 }	40

【 0 4 7 3 】

10

20

30

40

【表 1 2 - 2】

{ 6, 5, 7, 15, 80, -8, 2, -3, 21, 22, 38, 54, 215, -39, 5, -3, -1, -2, -1, -5, -48, 25, -2, 1, -2, -4, 1, -10, -49, 11, 3, 0, -1, 2, -1, 8, -3, -3, 1, 1, 0, -1, 0, -3, -9, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -3, 1, 0, 0 },	
{ -4, -16, -14, -64, 7, -6, 4, -1, 1, -17, -6, -77, 14, -8, 5, 0, -16, -60, -40, -201, 22, -6, 4, 0, 0, 6, -9, 54, -41, 10, -3, -1, 6, 10, -2, 53, -2, -4, 1, -1, -1, 0, -2, 0, 3, -1, -1, 0, 2, 0, 1, 5, -1, 0, -1, 0, -1, 0, 0, 0, -1, -1, 0, 0 },	
{ 1, 1, 11, -5, -4, 2, 0, 1, 7, 14, 37, -8, -16, 2, 0, 1, 13, 14, 48, -14, -12, 0, 0, 0, 68, 96, 168, -24, -39, -1, -4, -1, -63, -71, -65, 40, 14, 0, 3, 0, 19, 16, 10, -10, -1, 0, 0, 0, -8, -8, -5, 5, 0, 1, 0, 0, 3, 3, 1, -1, 0, 0, 0, 0 },	
{ 21, 6, -6, 0, -1, 1, -1, 0, 32, 9, -3, -2, -2, -1, 0, 0, 37, 14, -3, 0, 2, -2, -1, 0, 116, 33, -13, -13, -4, 1, -1, 1, 191, 42, -88, -6, 2, -2, -2, 1, -33, 2, 18, -1, 0, 0, 1, 0, 12, 2, -4, 2, 0, 0, 0, 0, -6, 2, 3, 0, 0, 0, 0, 0 },	10
{ 7, 11, 11, -3, 57, 206, -13, -10, -2, 0, -2, 3, -11, -33, 4, 5, -4, -6, -6, 2, -29, -128, -6, 9, -1, 1, -1, 4, 8, 4, -11, -3, -1, 1, 0, 14, -2, 1, 1, -2, 0, 0, 1, -1, 3, 1, 0, 0, 0, 1, -1, 0, 0, -2, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1 },	
{ 3, 3, 4, 8, 45, 1, -3, 0, 1, -2, 0, 4, 24, 27, -4, -1, 15, 11, 26, 41, 196, -38, 3, -1, 1, 21, 6, 92, -81, -23, -4, 1, -2, -2, 5, -38, -43, 2, -2, 0, 0, 4, -6, 3, 6, -1, 2, 0, 1, -2, 2, -3, -4, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1 },	
{ 9, -18, 3, 7, -4, 2, 0, 1, 13, -25, 1, 8, -3, 3, -2, 0, 14, -33, -2, 13, -9, 4, 0, 0, 46, -100, 13, 24, -11, 2, -3, 1, 69, -187, 81, 38, -25, 10, -5, 3, -9, 28, -17, -6, 5, -1, 0, -1, 3, -9, 2, -1, 1, 1, 0, 0, -3, 5, -5, 1, -1, 0, 0, 0 },	
{ 4, 3, 7, 10, 19, -7, 0, 0, -3, -9, -7, -36, -9, -2, 0, -2, 14, 11, 29, 19, 72, -13, 5, 1, -13, -39, -41, -165, -65, 39, 2, 2, -4, 21, 2, 139, -3, -14, 3, -4, 1, 0, 4, -17, 11, 2, -1, 1, 0, 0, -2, 4, -3, 1, -1, 0, -1, -1, -1, 0, 1, -1, 0, 0 },	20
{ -2, -3, -4, 3, -22, -63, 6, 11, 6, 9, 8, 1, 45, 175, -9, -15, -5, -7, -6, 1, -44, -148, 6, 15, 0, -3, -1, -4, 10, -36, -16, 2, 0, 7, -1, 27, 0, 24, -3, -10, 0, -1, 1, -4, -2, -10, 1, 2, 1, 1, 0, 0, 3, 6, 0, 0, 0, -1, 0, 1, -2, -4, 1, 1 },	
{ 3, 7, 18, -6, -12, 3, 1, 1, 2, 6, 19, -10, -15, 2, 0, 1, 3, 11, 34, -13, -32, 3, 0, 1, 15, 31, 84, -21, -45, -6, -4, -1, 53, 95, 189, -17, -54, -5, -2, 0, -3, -3, -4, 8, 6, 1, 1, 1, 3, 5, 8, -2, 1, 2, 1, 1, 0, -4, -1, 4, -1, 1, 1, 0 },	
{ 4, 0, -1, 0, 0, 0, -1, 0, 5, -1, -5, 1, 3, -1, 0, 0, 5, 0, -1, 0, 2, 0, -1, 0, -14, 7, 11, -8, 6, -7, -2, 0, 45, -5, -18, 8, 0, -1, -2, 1, 166, -71, -152, 54, 24, -5, -2, 1, -39, 28, 21, -16, -3, 1, 1, -1, -5, 3, 9, -4, -3, 1, 0, 0 },	30
{ 0, 0, 0, 2, -2, 13, -2, -1, 1, 1, 1, 2, 22, -9, 2, 0, 2, 0, 2, 1, 13, 37, -21, -3, 5, 0, 9, 12, 102, -133, -40, 5, -8, 16, -19, 87, -140, -44, 25, -2, 5, -9, 15, -31, 11, 25, -5, -2, -1, 5, -4, 4, 1, -5, 2, 4, -1, 0, 1, 0, -5, 3, 4, -1 },	
{ -2, -2, 2, -9, 14, -6, -151, 109, 0, 0, 0, 2, -3, -7, 41, -23, 2, -1, 1, 3, -8, -3, 136, -85, -1, 1, -1, 2, 5, 3, -37, 23, -1, 1, -1, 2, -8, 6, -15, 13, 0, -1, 1, -3, 6, -1, 4, -4, 0, -1, 0, 0, 0, -1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0 },	
{ -3, 4, -7, 18, -24, 12, -6, 2, -4, 7, -12, 33, -47, 24, -8, 3, -8, 10, -24, 55, -89, 38, -5, 1, -14, 23, -41, 108, -134, 27, 0, -6, -6, 24, -28, 99, -44, -22, 13, -3, 1, 4, -7, -2, 16, -8, 0, 0, 0, 2, -1, 0, 3, 0, 1, 0, -1, 1, -1, 1, -1, -1, 2, 0 },	40

【 0 4 7 4 】

10

20

30

40

【表 1 2 - 3】

{	-1, -2, -2, 15, -17, -105, 54, 13, -1, -4, -2, 19, -21, -157, 65, 13, -1, -3, -1, 16, -15, -	
129, 10, 8, 0, 5, -1, 26, -8, -8, -38, -2, 0, 6, -2, 21, -14, 14, -12, -8, 1, 0, 0, -5, 5, 10, 0, -2, 1, 0, 0, -		
1, 1, 3, 0, 0, 1, -1, 0, -1, 0, 2, 0, 0 }		
{	2, 1, -1, -2, -1, 0, 0, -1, 3, 5, 0, -2, -2, 1, 0, 1, 2, 1, -2, -2, -2, 0, 1, 0, -15, -15, -7, 2, -	
1, 3, 0, 1, 22, 24, -4, -16, -5, 0, 1, 0, 148, 180, 60, -53, -29, -3, -1, -1, -25, -29, 5, 15, 4, 0, 0, 1, -14, -		
14, -4, 6, 5, 0, 0, 0 }		
{	1, 1, -1, 4, -7, 1, 72, -72, -1, -1, 0, -5, 9, -3, -121, 118, 2, -1, 0, 2, -6, -10, 119, -95, 1, 0, 0, 1, 7, 7, -	
21, 4, -3, 3, -4, 4, -16, 3, -30, 33, 1, -3, 1, -4, 8, 2, 14, -15, 0, -1, 0, -2, 2, -3, -5, 5, 0, 0, -1, 2, -		
1, 1, 3, -3 }		10
{	1, 0, -1, -12, -12, 3, 2, 2, 0, -1, -2, -18, -23, -1, 3, 3, -1, -3, -6, -32, -44, -11, -6, -3, -10, -23, -	
30, -88, -113, -62, -21, -5, -17, -39, -50, -132, -105, -24, -4, -4, -6, -11, -17, -28, -12, -3, 1, -1, -		
1, -1, 0, -6, -3, 2, 2, 0, 0, 3, 1, 0, -3, 1, 0, -1 }		
{	-1, 2, -1, 0, -1, 1, 0, -1, -2, 3, -4, -1, 6, -3, 2, 1, -2, 2, 0, -1, -1, 2, -2, -1, 10, -14, 13, -8, 14, -13, -	
2, 0, -22, 34, -20, 3, -3, -2, 0, -1, -88, 138, -155, 37, 48, -19, 8, -5, 39, -55, 49, -9, -14, 7, -3, 1, 9, -		
10, 9, 0, -9, 3, 0, 0 }		
{	1, 1, 1, 3, 6, 12, 0, -1, 0, 0, -1, 2, -12, -12, -4, 4, -1, 2, -1, 5, -6, 19, 5, -4, -5, -9, -10, 1, -62, -180, -	
9, 5, 11, 6, 22, 23, 144, -5, -52, 3, -2, 2, -7, -14, -18, 45, 13, -11, 1, -1, 2, 11, -1, -14, 5, 4, 1, -1, 0, -		
5, 4, 4, -1, 2 }		
{	-1, 0, 2, -1, 0, 1, 0, 0, -2, 0, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 0, 0, 1, -1, -1, 0, 0, -1, -6, 1, 2, 0, 0, -1, 0, -1, 11, -2, -	
9, 3, -1, 4, 2, 0, -25, 3, 19, -3, 2, 5, 1, -1, -118, 30, 126, -28, -29, 0, 1, 1, 121, -34, -120, 32, 27, -4, -		
1, 0 }		20
{	-3, -3, -2, -1, 0, -8, -73, -122, 0, 0, 0, -1, -1, 2, 32, 24, 3, 4, 2, 1, 0, 15, 109, 162, 0, 0, 0, 2, 4, 3, -	
36, -32, 0, -1, -2, -2, -6, -4, -24, -47, 0, -1, -1, -3, 6, 8, 7, 6, 0, 1, 0, -1, 3, 3, 2, 4, 1, -1, 1, 0, -1, 0, -		
1, 0 }		
{	3, 4, 2, 1, 3, 46, 129, 82, 3, 4, 2, -1, 5, 59, 148, 79, 1, 2, 1, 0, 8, 48, 58, 19, -1, -1, -1, -3, 5, 10, -30, -	
17, -1, -1, -1, -3, 3, -4, -22, -15, 0, -1, 1, 0, 3, -1, -2, -2, 0, 0, 0, 0, 1, 0, -1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 0 }		
{	-1, -1, -1, -2, -1, 0, 0, -1, 1, 0, 3, 5, 1, -3, 0, 1, -1, -2, -1, -5, -3, -1, 0, -1, -2, -7, -8, -20, -14, -	
35, -11, -2, -4, -11, -7, -1, -10, -13, -4, 0, 16, 33, 92, 213, 73, -16, -6, 2, -4, -4, -19, -18, 8, 14, 3, -		
1, 1, -7, -15, -26, -11, 4, 2, 0 }		
{	-1, -2, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 0, -1, 0, 0, -1, 0, 0, -4, -4, -1, 2, 2, 1, 1, 1, 10, 11, 4, 0, -	
2, -3, -3, -1, -8, -11, -7, -1, 0, -2, 0, -1, -104, -132, -60, 29, 31, 6, 0, 0, 105, 128, 47, -34, -26, -3, 0, -		
1 }		30
{	0, 0, 0, -1, -2, 10, -9, 0, 0, 0, -1, -1, 2, -12, 14, 3, 0, -1, 0, -2, -4, 16, -10, 6, 0, -1, -1, -3, 3, -	
34, 93, -21, -6, 11, -12, 17, -43, 156, -113, 18, 8, -10, 17, -33, 70, -80, 26, 2, -1, 1, -4, 2, -12, 17, 7, -		
8, -2, 1, 1, -2, 2, 5, -14, 4 }		
{	-3, -4, -2, -2, -1, -16, -90, -100, 3, 4, 3, 2, 1, 24, 116, 127, -2, -2, 0, 1, 0, -10, -83, -83, 0, -1, -1, -	
2, -4, 0, 4, -9, 2, 0, 4, 1, 11, 1, 27, 43, -1, -1, 0, 1, -5, -3, -14, -15, 0, 0, 1, 1, -1, 0, 5, 3, 0, 1, 0, 0, 1, 0, -		
2, -2 }		
{	0, 0, -1, 2, -2, 5, -1, -2, -1, 0, -1, 2, -7, 2, 3, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 8, -1, 3, 0, -1, -1, -5, -1, 7, 1, 11, -4, 6, -	
9, 22, -48, 86, -20, -4, -12, 12, -25, 87, -173, 47, 45, -22, -3, 3, -10, 65, -43, -58, 24, 5, 2, -1, -5, -		
7, 26, -20, -1, 9 }		40

【 0 4 7 5】

10

20

30

40

【表 1 2 - 4】

{ 0, 1, -1, 0, 1, -1, 0, 0, -1, 0, 0, 0, -1, 0, 0, 1, 0, 0, -1, 0, 1, 0, 0, -1, -3, 3, -2, 0, -1, 1, 0, 0, 5, -6, 3, -2, 1, -2, -1, 1, -20, 27, -15, -4, 6, -7, 2, 0, -58, 83, -84, 19, 14, -7, 6, -4, 101, -143, 116, -7, -38, 17, -6, 6 }.	
{ 0, 1, 0, 0, 1, 7, -5, -9, 0, 1, 0, 0, 2, 12, -16, -16, -1, 2, -1, -1, 3, 27, -73, 6, -4, 4, -4, -1, 0, 44, -195, 71, -2, 3, 0, -5, 8, 43, -89, 27, 3, -2, 5, -14, 37, 5, 24, -13, 1, -1, 2, -3, 8, -10, 9, 2, -1, 0, -1, -1, -3, 2, 1, 1 }.	
{ -3, -1, 3, 0, -1, 0, 1, -1, -4, -1, 4, 0, -1, 0, 0, 0, -2, -1, 2, 1, 0, 0, 1, 0, 0, -2, -1, 1, -2, 0, -1, 1, -1, -5, -1, 3, 0, 2, 2, 0, -27, -6, 34, 8, -8, 1, 6, -2, -99, 4, 137, -6, -36, 2, 4, 2, -101, 15, 144, -12, -45, 7, 4, 1 }.	10
{ 1, 0, -1, 4, -4, 15, 60, -126, 1, -1, 0, 4, -4, 15, 85, -160, 1, 0, 0, 2, -2, 9, 57, -84, 0, 1, -1, 2, -3, -2, 4, 32, -1, 0, -1, 1, -4, -4, -3, 30, 0, -1, 0, 0, 0, -7, -2, 2, 2, 0, -1, 1, -2, -1, -1, 2, 0, -1, 0, 0, 0, 0, -2, 1 }.	
{ 0, 0, 0, -1, 4, 2, -3, 0, 0, 0, 0, 1, -5, -1, 5, -1, 0, 0, -1, -1, 5, 3, -5, 0, 1, 0, 1, -2, 0, -4, 15, 5, -2, 3, -6, 14, -10, 21, -26, 0, -4, 4, -2, 17, -72, 5, 18, -14, 7, -8, 12, -132, 156, -6, -30, 13, 0, -1, 0, 83, -86, 15, 10, -9 }.	
{ 0, 0, 0, 1, 1, -3, -5, 1, 0, 0, 1, 2, 0, -6, -2, 2, 0, 0, 0, 2, 6, -5, -12, -5, 1, 1, 3, 6, 14, -6, -18, -21, 0, -1, 5, 16, 6, -103, -79, 14, -5, -4, -4, 13, -98, -148, 36, 52, -2, 1, -8, -23, -32, 83, 29, -14, 2, 1, 3, -1, 33, 21, -7, -3 }.	
{ 0, 1, 1, 0, 2, 10, 12, 1, -1, -1, -1, -1, -4, -13, -14, -5, 1, 2, 2, 1, 4, 21, 23, 12, -3, -4, -4, -6, -15, -41, -85, -49, 5, 6, 4, 6, 26, 109, 150, 43, -3, -4, -1, -1, -32, -104, -36, 23, -1, 0, -2, -7, 7, 24, -19, -19, 1, 3, 1, 3, 1, 4, 9, 1 }.	20
{ -3, 4, -1, -1, 1, -2, 1, -1, -4, 4, -1, -2, 2, 0, 1, 0, -2, 2, 1, -2, 2, -2, 1, -1, 1, -1, 3, -2, 3, -2, 1, 0, -5, 6, 0, -3, 2, -3, -2, 1, -46, 60, -34, -4, 13, -6, 0, 0, -108, 140, -80, -14, 37, -13, 6, -6, -78, 96, -46, -15, 31, -12, 4, -4 }.	
{ 0, 1, 1, 2, 3, 0, -1, 0, 0, -1, -1, -3, -3, -2, 0, 1, 1, 1, 1, 3, 3, 0, -1, -1, 0, 0, 1, 1, 1, 3, 4, 1, 0, -1, -1, -2, -3, -11, -12, -1, -3, -6, -8, -7, -18, -27, -8, -2, 11, 24, 61, 123, 116, 32, 2, 0, -9, -22, -59, -134, -89, 0, 7, 4 }.	
{ 0, 0, 0, 0, 0, -5, 0, 19, 0, 0, 0, 0, 1, 6, -2, -28, 0, 0, 0, 0, 0, -9, 2, 39, 0, -1, 1, 0, 5, 14, -5, -135, -2, 1, -2, -1, -6, -37, -28, 191, 0, 1, 0, 1, 6, 38, 11, -51, 1, -2, 2, 3, 1, -34, 0, -6, 0, 0, -2, -4, -5, 7, -2, 12 }.	
{ 3, 3, 1, -1, -1, -1, 0, 0, 3, 3, 1, -1, -1, 0, -1, 1, 1, 1, 0, 0, -1, 0, 1, 0, -1, -2, -1, -1, 0, 0, 0, 0, -3, -4, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 23, 29, 20, 2, -4, -1, 2, 0, 106, 121, 61, -8, -17, -3, 2, 2, 113, 127, 65, -11, -20, -2, 1, 0 }.	30
{ 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, -1, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 3, -3, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 4, 0, 0, 0, 0, 0, -1, -1, 17, 1, -1, 2, -1, 3, -7, 43, -22, 4, -4, 4, -2, 4, -4, 105, -136, -2, 6, -6, 3, -9, 66, -57, -42, -5, 8, -8, -1, 0, 57, -126, 66 }.	
{ 0, -1, 0, 2, 1, -1, -1, 0, -1, -1, 0, 2, 1, -2, -1, -1, 0, -1, 0, 0, 0, -2, -1, -1, -1, -2, -1, -3, -1, -4, -1, -3, -2, -4, -4, -4, -3, -12, -10, 3, -3, -6, 0, 25, 23, -14, -14, 5, 0, 6, 36, 132, 104, 13, -16, -5, 1, 9, 43, 139, 110, 5, -12, -4 }.	
{ 0, 0, 0, 0, -1, -1, 4, 9, 0, 0, -1, 0, -2, -4, 10, 30, 0, 0, -1, 0, -3, -7, 24, 80, 0, 1, -1, 0, -5, -13, 51, 187, -1, 0, -1, 0, -5, -15, 27, 130, -1, -1, 0, 3, -8, -27, -14, 5, 0, -1, 1, 0, -3, -7, -8, -17, 1, -1, 0, -1, 4, -2, -1, -4 }.	
{ 0, -1, 1, -1, 1, -4, 2, 0, 1, -1, 1, -1, 2, -5, 6, 1, 1, -1, 1, -1, 1, -4, 1, 0, 1, -1, 1, -	40

【 0 4 7 6】

10

20

30

40

【表 1 2 - 5】

1, 2, -6, 4, 2, 2, -4, 4, -4, 11, -31, 42, -20, 7, -10, 11, -13, 34, -87, 119, -35, 8, -14, 17, -16, 44, -140, 78, 17, 4, -10, 10, -20, 32, -78, 21, 27 },	
{ 0, 0, -1, 2, 0, -2, 0, 0, 0, 0, -1, 2, -1, -2, 2, 1, 0, 0, -1, 1, 1, -3, 0, 2, 0, 0, 0, 0, 1, -3, -3, 1, 1, -1, 2, -5, 12, -19, 10, -3, 3, -2, -1, 4, 18, -37, 37, -3, -7, 13, -28, 83, -74, -22, 21, 9, -14, 23, -48, 128, -163, 14, 34, -5 },	
{ 0, 0, 1, 1, 0, -3, -4, -3, 0, 0, 1, 1, 0, -3, -6, -3, 1, 1, 1, 2, 2, -3, -4, -2, 1, 1, 2, 2, 3, -5, -8, -6, 0, 0, 3, 4, 0, -28, -50, -29, -2, -1, 1, 5, -19, -74, -120, -67, -2, -2, 2, 4, -23, -101, -110, -55, 0, -2, 0, 1, -21, -73, -65, -22 },	10
{ 0, 0, 0, 0, 0, 2, 5, 6, 0, 0, -1, 0, -1, -3, -8, -7, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 6, 10, 0, 0, 0, 0, 0, -1, 0, 7, 0, 1, 1, 1, 2, 5, 4, -1, -2, -1, -2, -1, -8, -24, -82, -112, 0, 1, -4, -6, 1, 40, 126, 138, -1, 0, 2, 11, -1, -12, -65, -65 },	
{ 0, 0, 0, 0, 0, -3, -1, 1, 0, 0, 0, -1, 1, 3, 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -4, -2, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 2, 2, 1, 0, -1, 1, -1, 0, -4, 4, -9, 1, -3, 2, 1, 2, -33, 16, 17, -1, -2, 5, 9, -3, -103, -54, 73, 0, 7, -8, -30, 24, 191, -10, -82 },	
{ 0, 0, 0, 0, 0, 1, -4, 3, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 7, -5, 0, 0, 0, 0, 0, 1, -6, 7, 0, 0, 0, 0, 0, -2, 3, 1, 1, -1, 1, -1, 2, -3, 1, 5, 2, -2, 2, 0, 0, -13, 63, -61, -6, 8, -9, 11, -20, 61, -136, 109, 4, -9, 9, -12, 21, -75, 110, -64 },	
{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 3, 0, 0, 0, 0, 0, 0, -2, -3, 0, -1, 0, 0, -1, -2, -6, -12, 0, 0, 0, -1, 1, 4, 18, 24, 1, 2, 1, 1, 10, 29, 74, 106, 0, 2, 1, 6, 4, 4, -21, 16, -3, -3, -1, 0, -24, -80, -150, -128 },	20
{ 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1, -2, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 2, -5, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 4, -1, 1, 0, 0, 0, 1, 3, 7, -14, 2, -2, 1, -2, 1, 9, 21, -78, 4, -3, 3, -4, 5, 21, 53, -150, 3, -4, 4, -4, 10, 19, 64, -168 },	

【0 4 7 7】

前述した例において、それぞれの変換係数は、9ビット（すなわち、1ビット：符号、8ビット：0～255の絶対値）で表現される。本発明の一実施形態において、様々な精度（precision）が変換係数を示すために用いられる。例えば、9ビットの代わりに8ビットが各係数を表すために用いられる。この場合、符号ビットは変更されないが、絶対値の範囲は変更されることができる。

30

【0 4 7 8】

以上で説明した本発明の実施形態は、説明の便宜上、それぞれの実施形態を区分して説明したが、本発明がこれに限定されるものではない。つまり、先に説明した実施形態1～12で説明した実施形態は、それぞれ独立に実行されることもあり、1つ以上の多くの実施形態が組み合わされて実行されることもある。

【0 4 7 9】

図31は、本発明が適用される実施形態に係る逆変換部例示する図である。

【0 4 8 0】

図31においてはは、説明の便宜のために逆変換部を一つのブロックで図示したが、インター予測部はエンコーダ及び/またはデコーダに含まれる構成で実現されることができる。

40

【0 4 8 1】

図31を参照すると、逆変換部は先の図4～図30で提案された機能、プロセス及び/または方法を実現する。具体的に、逆変換部は変換スキップ確認部3101、変換インデックス獲得部3102と一次逆変換部3103を含みから構成されることができる。

【0 4 8 2】

変換スキップ確認部3101は、現在のブロックに変換スキップ（transform skip）が適用されるかどうかを確認する。

【0 4 8 3】

50

変換インデックス獲得部 3102 は、現在のブロックに変換スキップが適用されない場合、ビデオ信号から現在ブロックに適用される変換カーネル (transform kernel) を指示する変換インデックス (transform index) を獲得する。

【0484】

一次逆変換部 3103 は、変換インデックスによって指示される変換カーネル及び、現在のブロックのサイズ (つまり、幅及び/または高さ) に基づいて、現在のブロックの一次変換 (primary transform) が適用される領域を決定する。

【0485】

一実施形態として、一次逆変換部 3103 は、現在のブロック内で、一次変換が適用される領域以外の残りの領域の係数を 0 と見なすことができる。

10

【0486】

また、一実施形態として、一次逆変換部 3103 は、変換インデックスによって指示される変換カーネルが予め定義された変換であり、現在のブロックの幅 (width)、及び/または高さ (height) が予め定義されたサイズより大きい場合、前記予め定義されたサイズの幅及び/または高さを有する領域を前記一次変換が適用される領域に決定することができる。

【0487】

例えば、前記の予め定義された変換は、DST7 及び/または DCT8 の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせの内、いずれか 1 つで有り得、前記予め定義されたサイズは、16 で有り得る。または、前記予め定義された変換は、DCT2 を除外した残りの変換で有り得る。また、一例として、一次逆変換部 3103 は、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが DCT2 であり、前記現在のブロックの幅及び/または高さが 32 より大きい場合、幅及び/または高さが 32 である領域を前記一次変換が適用される領域に決定することができる。

20

【0488】

また、一実施形態として、一次逆変換部 3103 は、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが第 1 変換グループに属する場合、現在ブロックの幅 (width) 及び第 1 しきい値の内、小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の幅で決定し、現在のブロックの高さ (height) 及び、第 1 しきい値の内、小さい方の値を前記一次変換が適用される領域の高さに決定することができる。一例として、前記第 1 しきい値は 32 で有り得るが、本発明がこれに限定されるものではなく、前述した表 3 または表 4 のように 4、8、16 であることもある。

30

【0489】

そして、デコーダは、前記変換インデックスによって指示される変換カーネルが第 2 変換グループに属する場合、現在のブロックの幅と第 2 しきい値の内、小さい方の値を一次変換が適用される領域の幅で決定し、現在のブロックの高さ及び第 2 しきい値の内、小さい方の値を一次変換が適用される領域の高さに決定することができる。一例として、前記第 2 しきい値は 16 で有り得るが、本発明がこれに限定されるものではなく、前述した表 3 または表 4 のように、4、6、8、12、32 で有り得る。

【0490】

一実施形態として、前記第 1 変換グループは、DCT2 を含み、前記第 2 変換グループは DST7 及び/または DCT8 の組み合わせで構成された複数の変換の組み合わせを含むことができる。

40

【0491】

一次逆変換部 3103 は、一次変換が適用される領域に対し、変換インデックスによって指示される変換カーネルを用いて、逆方向一次変換 (inverse primary transform) を実行する。一次逆変換部 3103 は、逆方向一次変換を実行することにより、一次逆変換された変換係数を獲得することができる。一実施形態として、デコーダは、一次変換を実行する前に、逆量子化された変換係数に二次変換 (secondary transform) を適用することができる。この場合、先に図 4 ~ 図 20 で説明した方法が適用されること

50

【0492】

図32は、本発明が適用されるビデオコーディングシステムを示す。

【0493】

ビデオコーディングシステムは、ソースデバイス (source device) 及び受信デバイス (receiving device) を含むことができる。ソースデバイスは、エンコードされたビデオ/映像情報やデータを、ファイルまたはストリーミング形態でデジタル格納媒体またはネットワークを介して受信デバイスに伝達することができる。

【0494】

前記ソースデバイスは、ビデオソース (videosource)、エンコード装置 (encoding apparatus)、転送部 (transmitter) を含むことができる。前記受信デバイスは、受信部 (receiver)、デコード装置 (decoding apparatus) 及びレンダラー (renderer) を含むことができる。前記エンコード装置は、ビデオ/映像エンコード装置と呼ばれることができ、前記デコード装置は、ビデオ/映像デコード装置と呼ばれることができる。送信機は、エンコード装置に含まれることができる。受信機は、デコード装置に含まれることができる。レンダラーは、ディスプレイ部を含むこともでき、ディスプレイ部は別個のデバイスまたは外部のコンポーネントで構成されることもある。

10

【0495】

ビデオソースはビデオ/映像のキャプチャ、合成または生成過程などを通じてビデオ/映像を獲得することができる。ビデオソースはビデオ/映像キャプチャデバイス及び/またはビデオ/映像生成デバイスを含むことができる。ビデオ/映像キャプチャデバイスは、例えば、1つ以上のカメラ、以前にキャプチャされたビデオ/映像を含むビデオ/映像アーカイブなどを含むことができる。ビデオ/映像生成デバイスは、例えばコンピュータ、タブレット及びスマートフォンなどを含むことができ、(電子的に) ビデオ/画像を生成することができる。たとえば、コンピュータなどを通じて、仮想のビデオ/映像が生成されることができ、この場合、関連するデータが生成される過程で、ビデオ/映像キャプチャプロセスが代えることができる。

20

【0496】

エンコード装置は、入力ビデオ/映像をエンコードすることができる。エンコード装置は、圧縮及びコーディング効率のために予測、変換、量子化などの一連の手順を実行することができる。エンコードされたデータ (エンコードされたビデオ/映像情報) は、ビットストリーム (bitstream) の形で出力されることができる。

30

【0497】

転送部はビットストリームの形で出力され、エンコードされたビデオ/映像情報またはデータを、ファイルまたはストリーミング形態でデジタル格納媒体またはネットワークを介して受信デバイスの受信部に伝達することができる。デジタル格納媒体は、USB、SD、CD、DVD、Blu-ray、HDD、SSDなど、様々な格納媒体を含むことができる。伝送部は、予め決められたファイルフォーマットを介してメディアファイルを生成するためのエレメントを含むことができ、放送/通信ネットワークを介して転送ための要素を含むことができる。受信部は、前記ビットストリームを抽出してデコード装置に伝達することができる。

40

【0498】

デコード装置は、エンコード装置の動作に対応する逆量子化、逆変換、予測などの一連の手順を実行して、ビデオ/映像をデコードすることができる。

【0499】

レンダラーは、デコードされたビデオ/映像をレンダリングすることができる。レンダリングされたビデオ/映像は、ディスプレイ部を介してディスプレイされることができる。

【0500】

図33は、本発明が適用される実施形態として、コンテンツストリーミングシステム構造図を示す。

【0501】

50

図 3 3 に示すように、本発明が適用されるコンテンツストリーミングシステムは、大きくエンコードサーバ、ストリーミングサーバ、ウェブサーバ、メディア格納所、ユーザ装置及びマルチメディア入力装置を含む。

【 0 5 0 2 】

前記エンコードサーバは、スマートフォン、カメラ、カムコーダなどのマルチメディア入力装置から入力されたコンテンツをデジタルデータに圧縮してビットストリームを生成し、これを前記ストリーミングサーバに送信する役割を果たす。他の例として、スマートフォン、カメラ、カムコーダなどのマルチメディア入力装置がビットストリームを直接生成する場合、前記エンコードサーバは省略されてもよい。

【 0 5 0 3 】

前記ビットストリームは、本発明が適用されるエンコード方法又はビットストリーム生成方法により生成され、前記ストリーミングサーバは、前記ビットストリームを送信又は受信する過程で一時的に前記ビットストリームを格納することができる。

【 0 5 0 4 】

前記ストリーミングサーバは、ウェブサーバに介するユーザ要求に基づいてマルチメディアデータをユーザ装置に送信し、前記ウェブサーバは、ユーザにどのようなサービスがあるかを知らせる媒介の役割を果たす。ユーザが前記ウェブサーバにご希望のサービスを要求すると、前記ウェブサーバはこれをストリーミングサーバに伝達し、前記ストリーミングサーバはユーザにマルチメディアデータを送信する。ここで、前記コンテンツストリーミングシステムは別途の制御サーバを含んでもよく、この場合、前記制御サーバは、前記コンテンツストリーミングシステム内の各装置間の命令 / 応答を制御する役割を果たす。

【 0 5 0 5 】

前記ストリーミングサーバは、メディア格納所及び / 又はエンコードサーバからコンテンツを受信する。例えば、前記エンコードサーバからコンテンツを受信する場合、前記コンテンツをリアルタイムに受信できる。この場合、円滑なストリーミングサービスを提供するために、前記ストリーミングサーバは前記ビットストリームを一定時間格納することができる。

【 0 5 0 6 】

前記ユーザ装置の例としては、携帯電話、スマートフォン (smart phone)、ノートブックコンピュータ (laptop computer)、デジタル放送用端末、PDA (personal digital assistants)、PMP (portable multimedia player)、ナビゲーション、スレート PC (slate PC)、タブレット PC (tablet PC)、ウルトラブック (ultrabook)、ウェアラブルデバイス (wearable device、例えば、スマートウォッチ (smartwatch)、スマートグラス (smart glass)、HMD (head mounted display))、デジタル TV、デスクトップコンピュータ、デジタルサイネージなどを有することができる。

【 0 5 0 7 】

前記コンテンツストリーミングシステム内の各サーバは、分散サーバとして運営でき、この場合、各サーバで受信するデータは分散処理されることができる。

【 0 5 0 8 】

前述したように、本発明で説明した実施形態は、プロセッサ、マイクロプロセッサ、コントローラ又はチップ上で実現されて行われることができる。例えば、各図面に示す機能ユニットは、コンピュータ、プロセッサ、マイクロプロセッサ、コントローラまたはチップ上で実現されて行われることができる。

【 0 5 0 9 】

また、本発明が適用されるデコーダ及びエンコーダは、マルチメディア放送送受信装置、モバイル通信端末、ホームシネマビデオ装置、デジタルシネマビデオ装置、監視用カメラ、ビデオ会話装置、ビデオ通信などのリアルタイム通信装置、モバイルストリーミング装置、格納媒体、カムコーダ、注文型ビデオ (V o D) サービス提供装置、OTT (O v

10

20

30

40

50

er the top video) 装置、インターネットストリーミングサービス提供装置、3次元(3D)ビデオ装置、画像電話ビデオ装置、及び医療用ビデオ装置などに含まれることができ、ビデオ信号及びデータ信号を処理するために使用できる。例えば、OTTビデオ(Over the top video)装置としては、ゲームコンソール、ブルーレイプレーヤー、インターネット接続TV、ホームシアターシステム、スマートフォン、タブレットPC、DVR(Digital Video Recorder)などが含まれる。

【0510】

また、本発明が適用される処理方法は、コンピュータにより実行されるプログラムの形態で生産されることができ、コンピュータにより読み取りできる格納媒体に格納できる。本発明によるデータ構造を有するマルチメディアデータもまたコンピュータにより読み取りできる格納媒体に格納できる。前記コンピュータにより読み取りできる格納媒体は、コンピュータにより読み取りできるデータが格納される全ての種類の格納装置及び分散格納装置を含む。前記コンピュータにより読み取りできる格納媒体は、例えば、ブルーレイディスク(BD)、汎用直列バス(USB)、ROM、PROM、EPROM、EEPROM、RAM、CD-ROM、磁気テープ、フロッピー(登録商標)ディスク、及び光学データ格納装置を含むことができる。また、前記コンピュータにより読み取りできる格納媒体は、搬送波(例えば、インターネットを介する送信)の形態で実現されたメディアを含む。また、エンコード方法により生成されたビットストリームがコンピュータにより読み取りできる格納媒体に格納されるか、有無線通信ネットワークを介して送信できる。

【0511】

また、本発明の実施形態は、プログラムコードによるコンピュータプログラム製品として実現することができ、前記プログラムコードは、本発明の実施形態により、コンピュータ上で実行することができる。前記プログラムコードは、コンピュータによって読み取り可能なキャリア上に格納することができる。

【0512】

以上で説明した実施形態は、本発明の構成要素と特徴が所定形態で結合されたものである。各構成要素または特徴は、別の明示的な言及がない限り選択的なもので検討されるべきである。各構成要素または特徴は、他の構成要素や特徴と結合されない形態で実施されることができる。また、一部の構成要素及び/または特徴を結合して、本発明の実施形態を構成することも可能である。本発明の実施形態で説明される動作の順序は変更されることができる。いずれの実施形態の一部の構成や特徴は、他の実施形態に含まれることができ、または他の実施形態に対応する構成または特徴と交替することができる。特許請求の範囲で明示的な引用関係がない請求項を結合して実施形態を構成したり、出願後の補正により新しい請求項として含めることができることは自明である。

【0513】

本発明に係る実施形態は、様々な手段、例えば、ハードウェア、ファームウェア(firmware)、ソフトウェアまたはそれらの組み合わせなどにより実現されることができる。ハードウェアによる実現の場合、本発明の一実施形態は、一つまたはそれ以上のASICs(application specific integrated circuits)、DSPs(digital signal processors)、DSPDs(digital signal processing devices)、PLDs(programmable logic devices)、FPGAs(field programmable gate arrays)、プロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、マイクロプロセッサなどにより実現されることができる。

【0514】

ファームウェアやソフトウェアによる実現の場合、本発明の一実施形態は、以上で説明した機能または動作を実行するモジュール、ルーチン、関数などの形態で具現されることができる。ソフトウェアコードは、メモリに格納されてプロセッサによって駆動されることができる。前記メモリは、前記プロセッサの内部または外部に位置して、既に公知された多様な手段により、前記プロセッサとデータを送受信することができる。

【 0 5 1 5 】

本発明は、本発明の必須の特徴を逸脱しない範囲で他の特定の形態で具体化されることは、当業者に自明である。したがって、前述した詳細な説明は、すべての面で制限的に解釈してはならないされ、例示的なものとみなされるべきである。本発明の範囲は、添付された請求項の合理的解釈によって決定されるべきであり、本発明の等価的範囲内でのすべての変更は、本発明の範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【 0 5 1 6 】

以上、前述した本発明の好ましい実施形態は、例示の目的のために開示されたものであり、当業者であれば、以下に添付された特許請求範囲に開示された本発明の技術的思想とその技術的範囲内において、様々な他の実施形態を改良、変更、代替又は付加などが可能であろう。

10

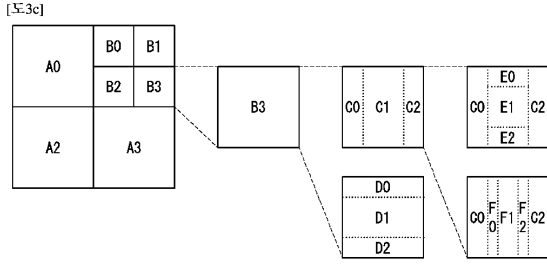
20

30

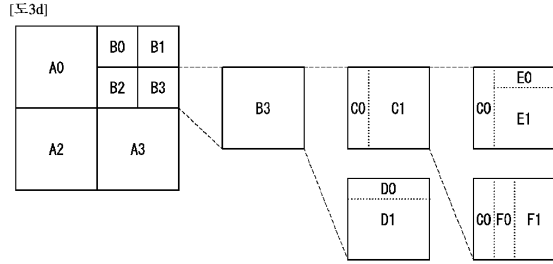
40

50

【 3 c 】



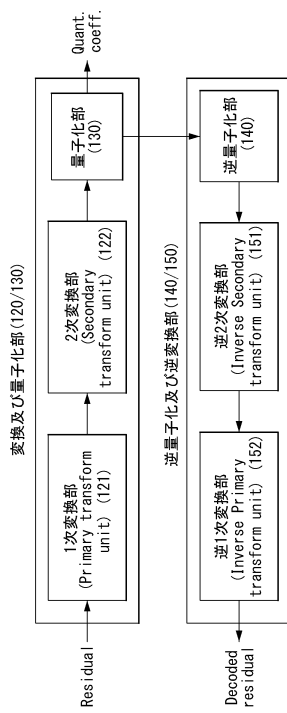
【 3 d 】



10

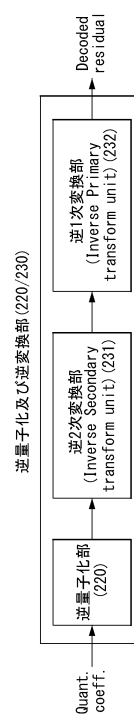
【 4 】

图 4



【 5 】

图 5



20

30

40

50

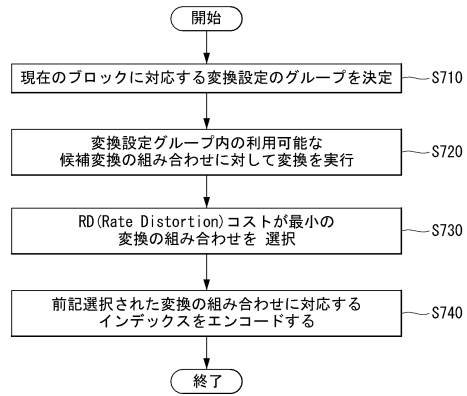
【 図 6 】

[図6]

Configuration Group	Index	Horizontal (row) transform	Vertical (column) transform	38. Intra Prediction modes	67. Intra Prediction modes
Group 0 (00)	0	DS17	DS17	0	0
	1	DC15	DS17		
	2	DS17	DC15		
Group 1 (01)	0	DS17	DS17	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 20, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 55, 57, 59, 61, 63, 65	
	1	DS11	DS17		
	2	DS17	DS11		
Group 2 (02)	0	DS17	DS17	2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 56, 58, 60, 64, 66	
	1	DC18	DS17		
	2	DS17	DC18		
Group 3 (03)	0	DS17	DS17	8, 9, 10, 11, 12 (Neighboring angles to horizontal directions)	14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 (Neighboring angles to horizontal directions)
	1	DC15	DS17		
	2	DS17	DC18		
Group 4 (04)	0	DS17	DS17	24, 26, 27, 28 (Neighboring angles to vertical directions)	46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54 (Neighboring angles to vertical directions)
	1	DC18	DS17		
	2	DS17	DC15		
Group 5 (05)	0	DC18	DC18	Inter prediction	Inter prediction
	1	DS17	DC18		
	2	DC18	DS17		
	3	DS17	DS17		

【 図 7 】

図 7

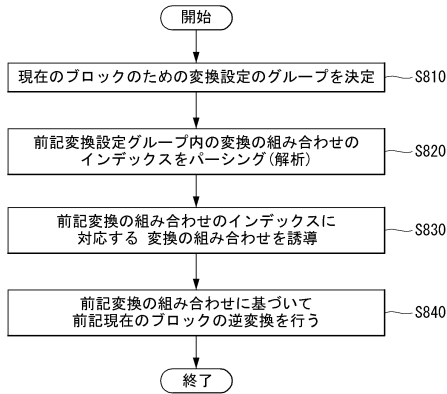


10

20

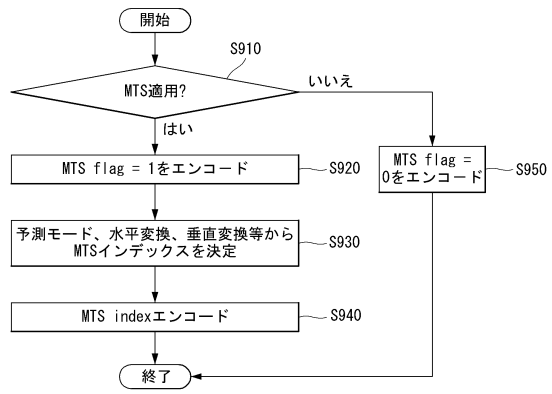
【 図 8 】

図 8



【 図 9 】

図 9



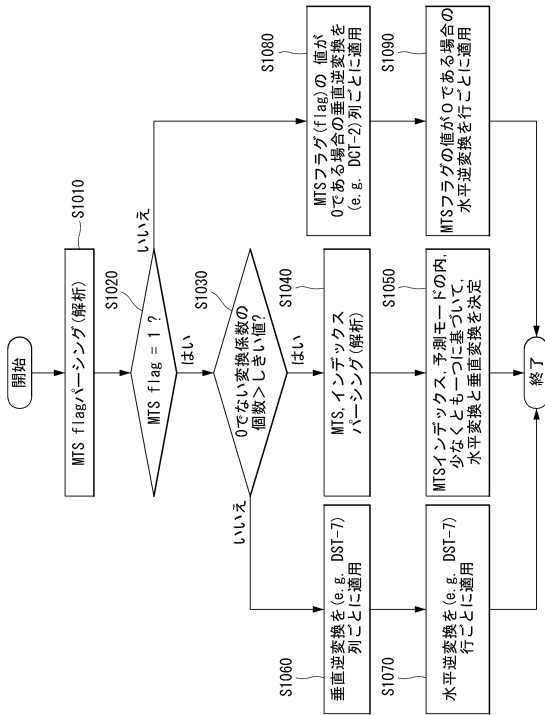
30

40

50

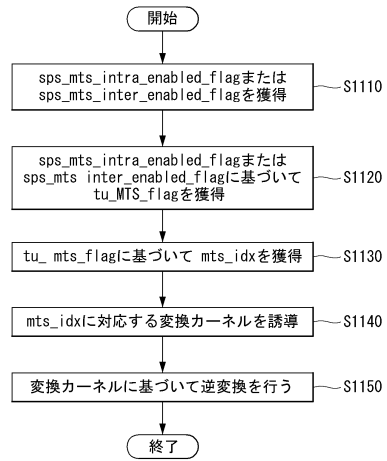
【図 1 0】

図 10



【図 1 1】

図 11



10

20

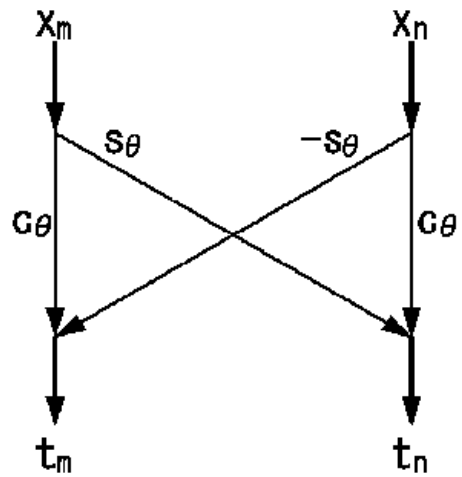
【図 1 2】

[表 12]

intra mode	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
set	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
intra mode	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67 (L0)
set	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	NULL

【図 1 3】

[図 13]

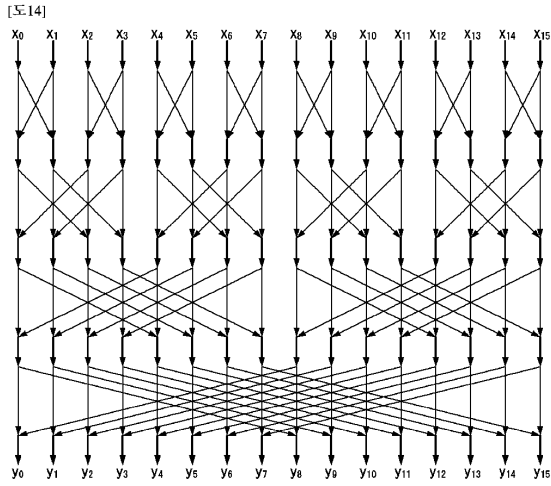


30

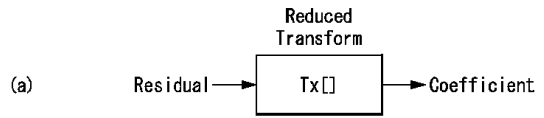
40

50

【 14 】

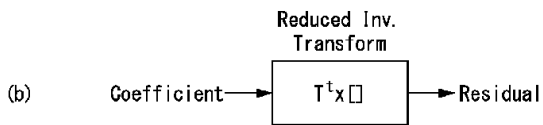


【 15 (a) 】

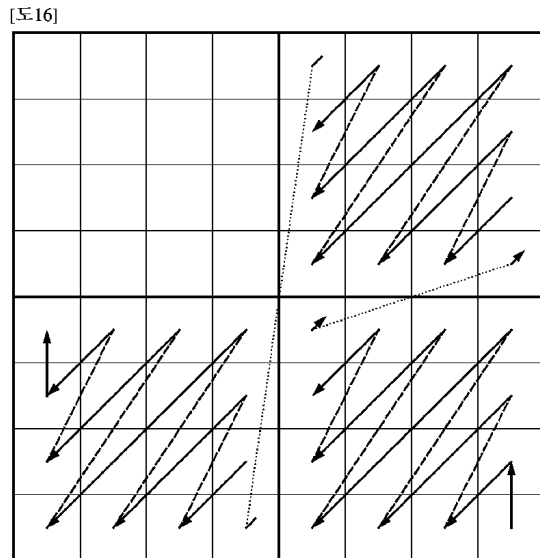


10

【 15 (b) 】



【 16 】



20

30

40

50

【 図 17 (a) 】

1	3	6	10
2	5	9	13
4	8	12	15
7	11	14	16

(a)

【 図 17 (b) 】

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16

(b)

10

20

【 図 17 (c) 】

1	5	9	13
2	6	10	14
3	7	11	15
4	8	12	16

(c)

【 図 18 】

[図 18]

1	3	6	
2	5	9	
4	8		
7			
1	3	6	
2	5	9	
4	8		
7			

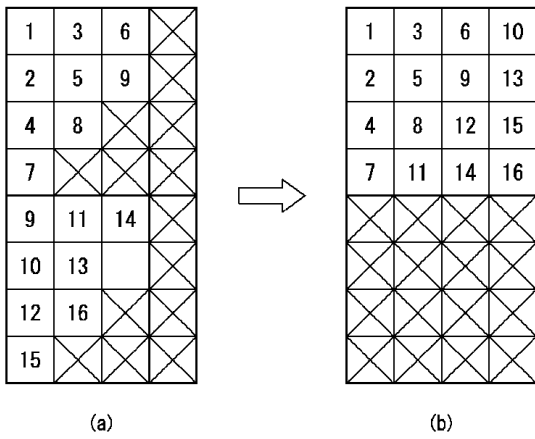
30

40

50

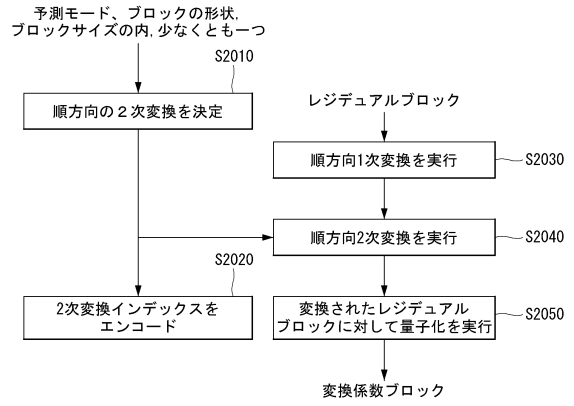
【図 19】

[図19]



【図 20】

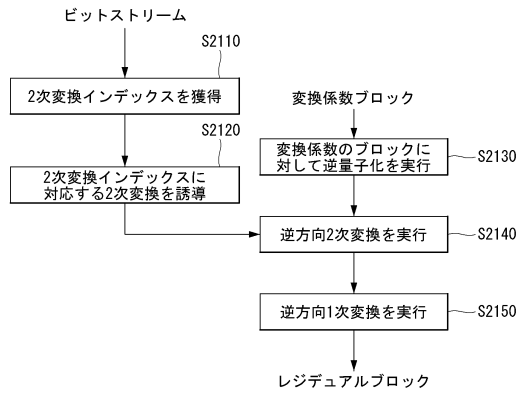
図 20



10

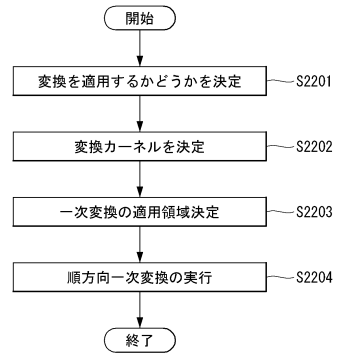
【図 21】

図 21



【図 22】

図 22



20

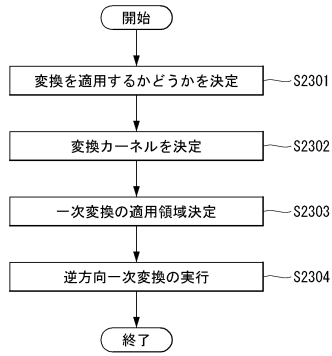
30

40

50

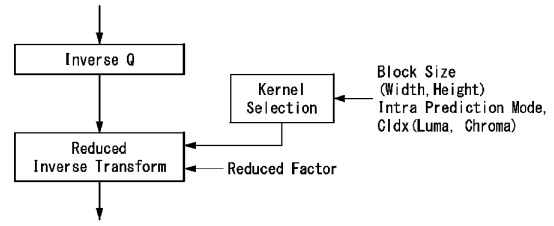
【 図 2 3 】

図 23



【 図 2 4 】

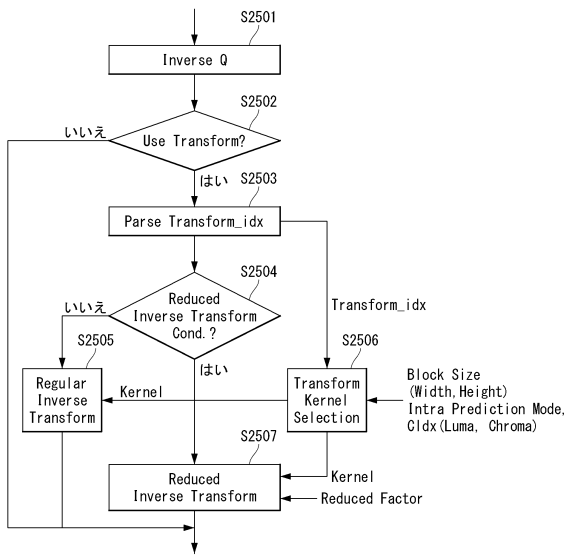
[図24]



10

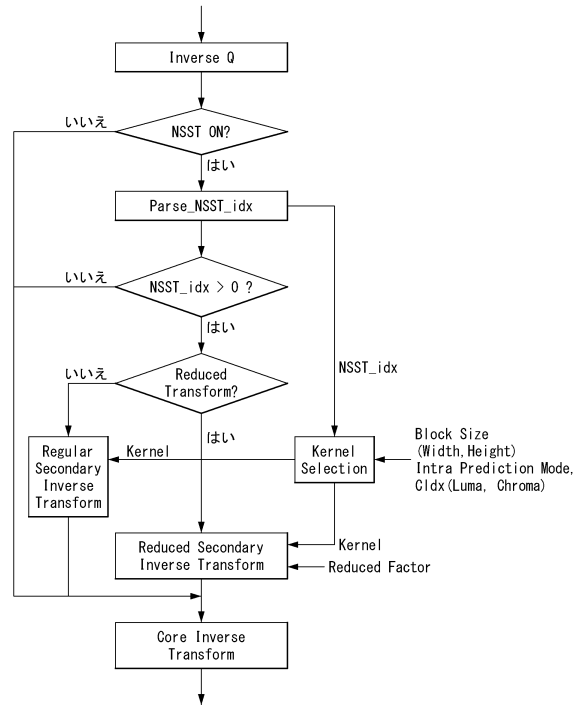
【 図 2 5 】

図 25



【 図 2 6 】

図 26



20

30

40

50

【 2 7 (a) 】

Forward RST Transform

(a)
$$\begin{bmatrix} t_{1,1} & t_{1,2} & t_{1,3} & \dots & t_{1,64} \\ t_{2,1} & t_{2,2} & t_{2,3} & \dots & t_{2,64} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{16,1} & t_{16,2} & t_{16,3} & \dots & t_{16,64} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} r_1 \\ r_2 \\ \vdots \\ r_{64} \end{bmatrix}$$

【 2 7 (b) 】

Inverse RST Transform

(b)
$$\begin{bmatrix} t_{1,1} & t_{2,1} & \dots & t_{16,1} \\ t_{1,2} & t_{2,2} & \dots & t_{16,2} \\ t_{1,3} & t_{2,3} & \dots & t_{16,3} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{1,64} & t_{2,64} & \dots & t_{16,64} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \\ \vdots \\ c_{16} \end{bmatrix}$$

10

【 2 8 (a) 】

(a)

```
for i from 1 to R:
  c_i = 0
  for j from 1 to N:
    c_i += t_{i,j} * r_j
```

【 2 8 (b) 】

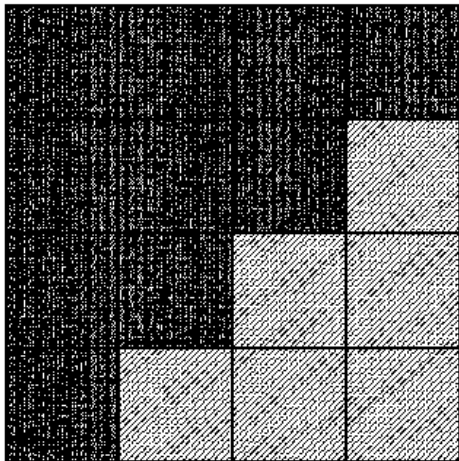
(b)

```
for i from 1 to N:
  r_j = 0
  for j from 1 to R:
    r_j += t_{j,i} * c_i
```

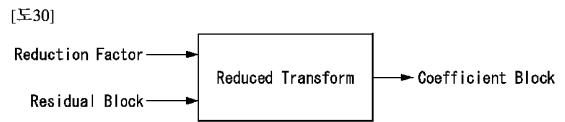
20

【 2 9 】

[29]



【 3 0 】

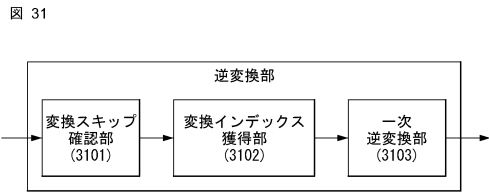


30

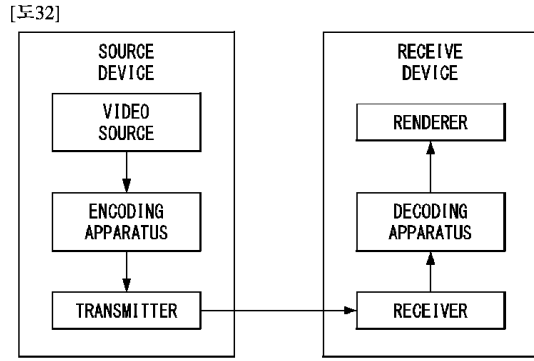
40

50

【 図 3 1 】

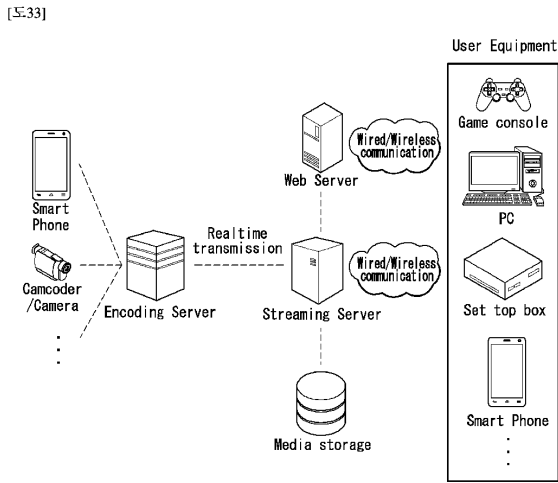


【 図 3 2 】



10

【 図 3 3 】



20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

弁理士 河合 章

(74)代理人 100114018

弁理士 南山 知広

(74)代理人 100159259

弁理士 竹本 実

(72)発明者 キム スンファン

大韓民国, ソウル 0 6 7 7 2, ソチョ - ク, ヤンジエ - デロ 1 1 - ギル, 1 9, エルジー エレクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

(72)発明者 メディ サレヒファー

大韓民国, ソウル 0 6 7 7 2, ソチョ - ク, ヤンジエ - デロ 1 1 - ギル, 1 9, エルジー エレクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

(72)発明者 ク ムンモ

大韓民国, ソウル 0 6 7 7 2, ソチョ - ク, ヤンジエ - デロ 1 1 - ギル, 1 9, エルジー エレクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

(72)発明者 イム ジェヒョン

大韓民国, ソウル 0 6 7 7 2, ソチョ - ク, ヤンジエ - デロ 1 1 - ギル, 1 9, エルジー エレクトロニクス インコーポレイティド, アイピー センター

審査官 鉢呂 健

(56)参考文献

KOO, Moonmo et al. , Description of SDR video coding technology proposal by LG Electronics , Joint Video Experts Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 10th Meeting: San Diego, CA, 10-20 April 2018, [JVET-J0017-v1] , JVET-J0017 (version 2) , ITU-T , 2018年04月11日 , JVET-J0017_r1.docx: pp. 6-15

LI, Xiang et al. , Description of SDR video coding technology proposal by Tencent , Joint Video Experts Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 10th Meeting: San Diego, US, 10-20 Apr. 2018, [JVET-J0029-v1] , JVET-J0029 (version 2) , ITU-T , 2018年04月06日 , JVET-J0029.docx: pp. 5-6

CHEN, Jianle et al. , Algorithm Description of Joint Exploration Test Model 7 (JEM 7) , Joint Video Exploration Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 7th Meeting: Torino, IT, 13-21 July 2017, [JVET-G1001-v1] , JVET-G1001 (version 1) , ITU-T , 2017年08月19日 , JVET-G1001-v1.docx: pp. 28-30

BUDAGAVI, Madhukar et al. , IDCT pruning , Joint Collaborative Team on Video Coding (JCTVC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 5th Meeting: Geneva, CH, 16-23 March, 2011, [JCTVC-E386] , JCTVC-E386 (version 4) , ITU-T , 2011年03月21日 , JCTVC-E386_r2.doc: pp. 1-6

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B名)

H 0 4 N 1 9 / 0 0 - 1 9 / 9 8

I E E E X p l o r e