

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-524916

(P2018-524916A)

(43) 公表日 平成30年8月30日 (2018. 8. 30)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO 4 N 19/30	(2014. 01)	HO 4 N 19/30	5 C 1 5 9
HO 4 N 19/98	(2014. 01)	HO 4 N 19/98	
HO 4 N 19/60	(2014. 01)	HO 4 N 19/60	
HO 4 N 19/70	(2014. 01)	HO 4 N 19/70	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2017-567607 (P2017-567607)	(71) 出願人	501263810
(86) (22) 出願日	平成28年6月27日 (2016. 6. 27)		トムソン ライセンシング
(85) 翻訳文提出日	平成30年2月26日 (2018. 2. 26)		Thomson Licensing
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/064868		フランス国, 92130 イッシー レ
(87) 国際公開番号	W02017/001344		ムーリノー, ル ジャンヌ ダルク,
(87) 国際公開日	平成29年1月5日 (2017. 1. 5)		1-5
(31) 優先権主張番号	15306049.6		1-5, rue Jeanne d' A
(32) 優先日	平成27年6月30日 (2015. 6. 30)		rc, 92130 ISSY LES
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		MOULINEAUX, France
		(74) 代理人	100107766
			弁理士 伊東 忠重
		(74) 代理人	100070150
			弁理士 伊東 忠彦
		(74) 代理人	100091214
			弁理士 大貫 進介

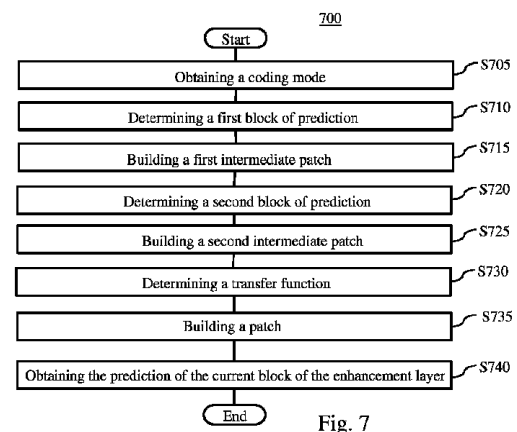
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める方法および装置

(57) 【要約】

一方法は、低ダイナミック・レンジの第1の中間パッチを形成すること (S715) と、高ダイナミック・レンジの第2の中間パッチを形成すること (S725) と、変換領域において変換関数をベースレイヤの変換済み初期パッチに適用し、次に、画素領域に戻すために、その結果得られたパッチに逆変換を適用することによってパッチを形成すること (S735) と、このパッチからブロックを抽出することによって拡張レイヤの現在ブロックの予測を求めること (S740) と、拡張レイヤの現在ブロックと拡張レイヤの現在ブロックの予測との残余誤差を符号化することと、を含んでいる。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素と、ベースレイヤの符号化モードを用いてベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素から予測された第 1 の予測ブロックと、を有する低ダイナミック・レンジの第 1 の中間パッチを形成すること (S 7 1 5) と、

、
拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素と、前記符号化モードを用いて拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素から予測された第 2 の予測ブロックと、を有する高ダイナミック・レンジの第 2 の中間パッチを形成すること (S 7 2 5) と、

変換領域において変換関数を前記ベースレイヤの変換済み初期パッチに適用し、次に、画素領域に戻すために、その結果得られたパッチに逆変換を適用することによって、パッチを形成すること (S 7 3 5) であって、前記変換関数は、変換領域において前記第 1 の中間パッチを前記第 2 の中間パッチに変換するように求められている (S 7 3 0)、該形成することと、

前記パッチからブロックを抽出することによって前記拡張レイヤの前記現在ブロックの予測を求めること (S 7 4 0) であって、前記パッチにおける前記抽出されたブロックは、前記第 2 の中間パッチにおける前記拡張レイヤの前記現在ブロックと同じ位置に配置されている、該予測を求めることと、

前記拡張レイヤの前記現在ブロックと前記拡張レイヤの前記現在ブロックの前記予測との残余誤差を符号化することと、
を含む方法。

【請求項 2】

前記ベースレイヤは、低ダイナミック・レンジ・ビデオに割り当てられたトーン・マッピング・オペレータによってトーン・マッピングされる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの第 1 の符号化モードが前記拡張レイヤの前記現在ブロックについて利用可能である場合に、前記第 1 の符号化モードが前記符号化モードの代わりに用いられる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記符号化モードは、前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの第 1 の符号化モードが前記拡張レイヤの前記現在ブロックについて利用可能ではない場合に、可能な符号化モードの中から最も適切な符号化モードを選択することによって得られる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記最も適切な符号化モードの選択が、前記拡張レイヤの前記可能な符号化モードの各々について、前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックと前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの仮想予測との差分を最小にする符号化モードを選択することによって行われる、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記拡張レイヤの前記現在ブロックのサイズが前記ベースレイヤのアップサンプリング済み同一位置配置ブロックのサイズと同じである場合に、前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの第 1 の符号化モードが前記符号化モードの代わりに用いられる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの第 1 の符号化モードは、前記ベースレイヤ及び前記拡張レイヤにおける再構成誤差と、前記ベースレイヤ及び前記拡張レイヤの符号化コストとの観点における妥協を考慮に入れることによって選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

ベースレイヤの符号化モードを用いて前記ベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍

10

20

30

40

50

画素から第 1 の予測ブロックを予測し、前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの前記近傍画素と前記第 1 の予測ブロックとを有する低ダイナミック・レンジの第 1 の中間パッチを形成するように構成された第 1 の中間パッチ作成処理部 (4 2 8) と、

前記符号化モードを用いて拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素から第 2 の予測ブロックを予測し、前記拡張レイヤの前記現在ブロックの前記近傍画素と前記第 2 の予測ブロックとを有する高ダイナミック・レンジの第 2 の中間パッチを形成するように構成された第 2 の中間パッチ作成処理部 (4 1 2) と、

変換領域において前記第 1 の中間パッチを前記第 2 の中間パッチに変換する変換関数を求め、変換領域において前記変換関数を前記ベースレイヤの変換済み初期パッチに適用し、次に、画素領域に戻すために、その結果得られたパッチに逆変換を適用することによってパッチを形成し、該パッチからブロックを抽出することによって前記拡張レイヤの前記現在ブロックの予測を求める処理部 (4 1 1) であって、前記抽出されたブロックが、前記パッチにおいて、前記第 2 の中間パッチにおける前記拡張レイヤの前記現在ブロックと同じ位置に配置されている、該処理部 (4 1 1) と、

前記拡張レイヤの前記現在ブロックと前記拡張レイヤの前記現在ブロックの前記予測との残余誤差を符号化する符号器 (4 0 4) と、
を備えた装置 (4 0 0) 。

【請求項 9】

前記ベースレイヤは、低ダイナミック・レンジ・ビデオに割り当てられたトーン・マッピング・オペレータによってトーン・マップされる、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの第 1 の符号化モードが前記拡張レイヤの前記現在ブロックについて利用可能である場合に、前記第 1 の符号化モードが前記符号化モードとして用いられる、請求項 8 に記載の装置 (4 0 0) 。

【請求項 11】

前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの第 1 の符号化モードが前記拡張レイヤの前記現在ブロックについて利用可能ではない場合に、可能な符号化モードのうちで最も適切な符号化モードが選択される、請求項 8 に記載の装置 (5 0 0) 。

【請求項 12】

前記最も適切な符号化モードは、前記拡張レイヤの前記可能な符号化モードの各々について、前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックと前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの仮想予測との差分を最小にする符号化モードを選択することによって選択される、請求項 11 に記載の装置 (5 0 0) 。

【請求項 13】

前記拡張レイヤの前記現在ブロックのサイズが前記ベースレイヤのアップサンプリング済み同一位置配置ブロックのサイズと同じである場合に、前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの第 1 の符号化モードが前記符号化モードの代わりに用いられる、請求項 8 に記載の装置 (4 0 0) 。

【請求項 14】

前記ベースレイヤの前記同一位置配置ブロックの第 1 の符号化モードが、前記ベースレイヤと前記拡張レイヤとにおける再構成誤差と、前記ベースレイヤと前記拡張レイヤとの符号化コストとの観点における妥協を考慮に入れることによって選択される、請求項 8 に記載の装置 (6 0 0) 。

【請求項 15】

残余予測誤差を復号することと、

ベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素と、ベースレイヤの符号化モードを用いてベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素から予測された第 1 の予測ブロックと、を有する低ダイナミック・レンジの第 1 の中間パッチを形成すること (S 7 1 5) と、

拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素と、前記符号化モードを用いて拡張レイヤの現在

10

20

30

40

50

ブロックの近傍画素から予測された第2の予測ブロックと、を有する高ダイナミック・レンジの第2の中間パッチを形成すること（S725）と、

変換領域において変換関数を前記ベースレイヤの変換済み初期パッチに適用し、次に、画素領域に戻すために、その結果得られたパッチに逆変換を適用することによってパッチを形成すること（S735）であって、前記変換関数は、変換領域において前記第1の中間パッチを前記第2の中間パッチに変換する、該形成することと、

前記パッチからブロックを抽出することによって前記拡張レイヤの前記現在ブロックの予測を求めること（S740）であって、前記パッチにおける前記抽出されたブロックが、前記第2の中間パッチにおける前記拡張レイヤの前記現在ブロックと同じ位置に配置されている、該予測を求めることと、

前記予測誤差を前記拡張レイヤの前記現在ブロックの前記予測に加算することによって、前記拡張レイヤのブロックを再構成することと、を含む方法。

【請求項16】

残余予測誤差を復号する復号器（451）と、

ベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素と、ベースレイヤの符号化モードを用いてベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素から予測された第1の予測ブロックと、を有する低ダイナミック・レンジの第1の中間パッチを形成するように構成された第1の中間パッチ作成処理部（475）と、

拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素と、前記符号化モードを用いて拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素から予測された第2の予測ブロックと、を有する高ダイナミック・レンジの第2の中間パッチを形成するように構成された第2の中間パッチ作成処理部（455）と、

変換領域において変換関数を前記ベースレイヤの変換済み初期パッチに適用し、次に、画素領域に戻すために、その結果得られたパッチに逆変換を適用することによってパッチを形成する処理部（457）であって、前記変換関数は、変換領域において前記第1の中間パッチを前記第2の中間パッチに変換し、かつ、前記パッチからブロックを抽出することによって前記拡張レイヤの前記現在ブロックの予測を求めるためのものであり、前記パッチに存在している前記抽出されたブロックは、前記第2の中間パッチにおける前記拡張レイヤの前記現在ブロックと同じ位置に配置されている、前記処理部と、

前記拡張レイヤのブロックを再構成するために前記予測誤差を前記拡張レイヤの前記現在ブロックの前記予測に加算する処理部（453）と、を備えた装置（450）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、拡張レイヤ（enhancement layer：エンハンスメント・レイヤ）の現在ブロック（current block：カレント・ブロック）の予測を求める方法と装置に関する。

【背景技術】

【0002】

画像処理の分野において、トーン・マッピング・オペレータ（Tone Mapping Operator）（以下、「TMO」と呼称することがある）が知られている。自然環境における実際のオブジェクトを撮像する際、実際のオブジェクトのダイナミック・レンジは、例えば、カメラのような撮像装置が撮像できる、或いは、表示装置が表示できるダイナミック・レンジよりも遥かに高い。このような表示装置上で実際のオブジェクトを自然に表示するために、TMOを用いて、良好な可視状態を維持しながら、高ダイナミック・レンジ（High Dynamic Range）（以下、「HDR」と呼称することがある）の画像を低ダイナミック・レンジ（Low Dynamic Range）（以下、「LDR」と呼称することがある）の画像に変換する。

【0003】

一般的に、TMOは、LDRの画像を得るために、HDRの信号に直接適用されて、この画像は従来のLDRの表示装置上で表示できる。TMOは、多種多様なものが存在して、それらの多くが非線形オペレータである。

【0004】

LDR/HDRビデオ圧縮に関連する技術に関して、汎用のTMO/iTMO（逆トーン・マッピング・オペレーション（inverse Tone Mapping Operation））を使用することが、2010年のISCASにおけるZ. Mai氏、H. Mansour氏、R. Mantluk氏、P. Nasiopoulos氏、R. Ward氏及びW. Heidrich氏の「On-the-fly tone mapping for backward-compatible high dynamic range image/video compression（バックワード・コンパチブルな高ダイナミック・レンジ画像/ビデオ圧縮用オンザフライ・トーン・マッピング）」において説明されているように、1つの可能性として提案されている。

【0005】

この論文において、浮動小数点データの分布が、全体的な量子化誤差の最小化について、検討されている。そのアルゴリズムが、次のステップによって説明されている（ここで用いられる変数は、図1に例示されている）。

【0006】

ステップ1： 輝度値の対数が算出される。従って、輝度Lの各々の画素について、下記のステップは、値 $l = \log_{10}(L)$ に基づいている。（lは、まだ浮動小数点形式である。）

【0007】

ステップ2： l値のヒストグラムが、 $l = 0, 1$ に固定されたビン・サイズを取ることによって、算出される。例えば、画像シーケンスにおける全ての画素を用いてヒストグラムを作ることができる。従って、各々のビンk（ $k = 1, \dots, N$ ）について、1つの画素がこのビンに属する確率 p_k が分かる。値 $l_k = \dots$ が、ビンに割り当てられる。

【0008】

ステップ3： 各々のビンkについて、傾きの値が、次式（1）によって表されるモデルから算出される。

【数1】

$$S_k = \frac{v_{\max} \cdot p_k^{1/3}}{\delta \cdot \sum_{k=1}^N p_k^{1/3}} \quad (1)$$

ここで、 v_{\max} は、考えられる整数表現の最大値（データがnビットの整数に量子化される場合、 $v_{\max} = 2^n - 1$ ）である。

【0009】

反転等式（inversion equation）（ステップ5における逆トーン・マッピング）においてゼロでの除算のリスクを回避するために、 $s_k = 0$ の場合、 s_k は、その代わりにゼロでない最小値に設定できる。

【0010】

ステップ4： N個の傾きの値が分かれば、汎用トーン・マッピング曲線を定義できる。[1, N]における各々のkについて、 $l_k < l_{k+1}$ を満たす浮動小数点数lは、次式（2）によって定義される整数値vにマップされる。

【数2】

$$v = (l - l_k) \cdot s_k + v_k \quad (2)$$

ここで、値 v_k は、 $v_{k+1} = \dots \cdot s_k + v_k$ （及び $v_1 = 0$ ）によって、値 s_k から定義される。

【0011】

次に、値 v を丸めて、間隔 $[0, 2^n - 1]$ における整数を得る。

【0012】

ステップ5： 逆トーン・マッピングを行うためには、パラメータ s_k ($k = 1, \dots, N$) を復号器に送信する必要がある。トーン・マップされた画像における値 v の所与の画素について、先ず、 $v_k \leq v < v_{k+1}$ を満たす値 k を見つける必要がある。

【0013】

そして、逆方程式 (inverse equation) は、次式 (3) として表現される。

【数3】

$$l_{dec} = l_k + \frac{(v - v_k)}{s_k} \quad (3)$$

10

ここで、復号された画素値は、

$$L_{dec} = 10^{l_{dec}}$$

にされる。

【0014】

更に、逆トーン・マッピング (i T M O) を適用するために、復号器は、図1における曲線を知る必要がある。

【0015】

ここでの「復号される、復号済み」という用語は、ビデオ符号器/復号器の「復号される、復号済み」という用語とは異なる逆量子化処理に対応している。

20

【0016】

もう1つの可能性は、ローカル・トーン・マッピング・オペレータ (local tone mapping operator) を用いることであり、これは、M. Grunland 氏その他の2006年2月3日発行の Machine Graphics & Vision International Journal の第15巻における「非線形マルチレゾリューション・ブレンディング (Nonlinear multiresolution blending)」と、Zhe Wendy Wang 氏、Jie fu Zhai 氏、Tao Zhang 氏、Llach, Joan 氏の2010年の ICASSP における「高ダイナミック・レンジのビデオについてのインタラクティブ・トーン・マッピング (Interactive tone mapping for High Dynamic Range video)」と、において開示されている。例えば、Peter J. Burt 氏、Edward H. Adelson 氏の1983年4月の IEEE Transactions on Communications, vol. COM-31, No. 4 における「小型画像コードとしてのラプラシアン・ピラミッド (The Laplacian Pyramid as a compact image code)」と、Burt P.J 氏の Springer-Verlag, 6-35 における「効率的な演算、マルチレゾリューション画像処理、及び、分析用の構造としてのピラミッド (The Pyramid as Structure for Efficient Computation, Multiresolution Image Processing and Analysis)」と、Zhai jie du 氏、Joan Llach 氏の WO2011/002505A1 における「ゾーンベースのトーン・マッピング (Zone-based tone mapping)」と、における開示に基づいて TMO ラプラシアン・ピラミッドを用いてもよい。TMO の有効性の本質は、HDR 画像から相異なる中間 LDR 画像が抽出されて、それらの中間 LDR 画像が相異なる露光に対応していることにある。従って、過度に露光された LDR 画像は、暗い領域において精細な細部を含んでいる一方で、(オリジナルの HDR 画像の) 明るい領域は飽和している。これとは対照的に、過少に露光された LDR 画像は、明るい領域において精細な細部を含んでいる一方で、暗い領域は削除されている。

30

40

【0017】

その後、各々の LDR 画像は、 n レベルのラプラシアン・ピラミッド (laplacian pyramid) に分解されて、最高レベルが最低解像度に割り当てられ、その他のレベルが (勾配の) 相異なるスペクトル・バンドを提供する。従って、この段階で、各々の LDR 画像は

50

、ラブラシアン・ピラミッドに対応しており、更に、各々のLDR画像は、丸め計算間違い（rounding miscalculation）のない限り、逆分解（inverse decomposition）あるいは「折り畳み（collapse）」によって、そのラブラシアン・ピラミッドから再形成できることが分かる。

【0018】

最終的に、1組の中間LDR画像の相異なるピラミッド・レベルが融合されてトーン・マッピングが実施され、結果として得られたブレンドされたピラミッドが折り畳まれて最終的なLDR画像が得られる。

【0019】

実際、相異なるスペクトル・バンド（即ち、ピラミッド・レベル）の勾配の融合は、非線形処理である。この種のアルゴリズムの利点は、トーン・マッピングの効率の良い結果に在るが、場合によっては光輪アーティファクトのような多数の周知の描画障害が生じることがある。上述の参考文献は、この技術について更に詳しく記載している。

【0020】

実際、このトーン・マッピングは非線形であるので、SNR（Signal-to-Noise Ratio）スケーラビリティ、即ち、空間ビデオ・スケーラビリティに関して、HDRレイヤの現在ブロックについて、受容できる予測を行うために、LDRの逆トーン・マッピングを実施することは難しい。

【0021】

更に、WO2010/018137には、参照画像の参照ブロックを修正する方法と、参照ブロックを利用して画像のブロックを符号化又は復号する方法と、そのための装置と、修正された参照ブロックを利用して符号化されたブロックを搬送する記憶媒体又は信号と、が開示されている。この従来技術においては、変換関数を近傍の平均値から推定し、この関数を用いてインタ画像予測を補正している。しかしながら、WO2010/018137において、この手法は、現在ブロックの第1次近似値（first approximation）と同一位置配置ブロック（collocated block：コロケートド・ブロック）とを得るために、平均値に限定されていた。

【発明の概要】

【0022】

本開示の一態様によれば、ベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素と、ベースレイヤの符号化モードを用いてベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素から予測された第1の予測ブロックと、を有する低ダイナミック・レンジの第1の中間パッチを形成することと、拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素と、符号化モードを用いて拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素から予測された第2の予測ブロックと、を有する高ダイナミック・レンジの第2の中間パッチを形成することと、変換領域において第1の中間パッチを第2の中間パッチに変換する変換関数を求め、変換領域において変換関数をベースレイヤの変換済み初期パッチに適用し、次に、画素領域に戻すために、その結果得られたパッチに逆変換を適用することによってパッチを形成することと、このパッチからブロックを抽出することによって拡張レイヤの現在ブロックの予測を求めることであって、このパッチにおける抽出されたブロックが、第2の中間パッチにおける拡張レイヤの現在ブロックと同じ位置に配置されている、上記予測を求めることと、拡張レイヤの現在ブロックと拡張レイヤの現在ブロックの予測との残余誤差を符号化することと、を含む方法が提供される。

【0023】

本開示の一態様によれば、ベースレイヤの符号化モードを用いてベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素から第1の予測ブロックを予測し、ベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素と第1の予測ブロックとを有する低ダイナミック・レンジの第1の中間パッチを形成するように構成された第1の中間パッチ作成処理部と、符号化モードを用いて拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素から第2の予測ブロックを予測し、拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素と第2の予測ブロックとを有する高ダイナミック・レンジの

第2の中間パッチを形成するように構成された第2の中間パッチ作成処理部と、変換領域において第1の中間パッチを第2の中間パッチに変換する変換関数を求め、変換領域において変換関数をベースレイヤの変換済み初期パッチに適用し、次に、画素領域に戻すために、その結果得られたパッチに逆変換を適用することによってパッチを形成し、このパッチからブロックを抽出することによって拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める処理部であって、抽出されたブロックが、このパッチにおいて、第2の中間パッチにおける拡張レイヤの現在ブロックと同じ位置に配置されている、上記処理部と、拡張レイヤの現在ブロックと拡張レイヤの現在ブロックの予測との残余誤差を符号化する符号器と、を備えた装置が提供される。

【0024】

本開示の別の態様によれば、残余予測誤差を復号することと、ベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素と、ベースレイヤの符号化モードを用いてベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素から予測された第1の予測ブロックと、を有する低ダイナミック・レンジの第1の中間パッチを形成することと、拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素と、符号化モードを用いて拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素から予測された第2の予測ブロックと、を有する高ダイナミック・レンジの第2の中間パッチを形成することと、変換領域において変換関数をベースレイヤの変換済み初期パッチに適用し、次に、画素領域に戻すために、その結果得られたパッチに逆変換を適用することによってパッチを形成することであって、変換関数が、変換領域において第1の中間パッチを第2の中間パッチに変換する、上記形成することと、このパッチからブロックを抽出することによって拡張レイヤの現在ブロックの予測を求めることであって、このパッチにおける抽出されたブロックが第2の中間パッチにおける拡張レイヤの現在ブロックと同じ位置に配置されている、上記予測を求めることと、予測誤差を拡張レイヤの現在ブロックの予測に加算することによって、拡張レイヤのブロックを再構成することと、を含む方法が提供される。

【0025】

本開示の更に別の態様によれば、残余予測誤差を復号する復号器と、ベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素と、ベースレイヤの符号化モードを用いてベースレイヤの同一位置配置ブロックの近傍画素から予測された第1の予測ブロックと、を有する低ダイナミック・レンジの第1の中間パッチを形成するように構成された第1の中間パッチ作成処理部と、拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素と、符号化モードを用いて拡張レイヤの現在ブロックの近傍画素から予測された第2の予測ブロックと、を有する高ダイナミック・レンジの第2の中間パッチを形成するように構成された第2の中間パッチ作成処理部と、変換領域において変換関数をベースレイヤの変換済み初期パッチに適用し、次に、画素領域に戻すために、その結果得られたパッチに逆変換を適用することによってパッチを形成する処理部であって、変換関数は、変換領域において第1の中間パッチを第2の中間パッチに変換し、このパッチからブロックを抽出することによって拡張レイヤの現在ブロックの予測を求めるためのものであり、抽出されたブロックが、このパッチにおいて、第2の中間パッチにおける拡張レイヤの現在ブロックと同じ位置に配置されている、上記処理部と、拡張レイヤのブロックを再構成するために予測誤差を拡張レイヤの現在ブロックの予測に加算する処理部と、を備えた装置が提供される。

【0026】

本開示のその他の目的、特徴及び利点は、以下の詳細な説明を添付図面と共に読むことにより、更に明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】浮動小数点値 $l = \log_{10}(L)$ のヒストグラムと、これに関連付けられた、傾き s_k に基づくトーン・マッピング曲線とを示す図である。

【図2】再構成済みベースレイヤの画像と、符号化されるべき拡張レイヤの現在ブロックの画像とを示す図である。

【図3】H.264規格において規定されたイントラ4×4予測の例を例示する図である

10

20

30

40

50

。

【図 4 A】第 1 の実施態様の拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める装置を例示するブロック図であり、図 4 A は符号器側であり、図 4 B は復号器側である。

【図 4 B】第 1 の実施態様の拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める装置を例示するブロック図であり、図 4 A は符号器側であり、図 4 B は復号器側である。

【図 5 A】本開示の第 2 の実施態様の拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める装置の構成を例示するブロック図であり、図 5 A は符号器側であり、図 5 B は復号器側である。

【図 5 B】本開示の第 2 の実施態様の拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める装置の構成を例示するブロック図であり、図 5 A は符号器側であり、図 5 B は復号器側である。

【図 6】本開示の第 4 の実施態様の拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める装置の構成を例示するブロック図である。

【図 7】本開示の一実施態様による拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める代表的な方法を例示する流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、図面を参照して本開示の実施形態を説明する。

【0029】

本開示の実施形態の目的は、明らかにベースレイヤ (base layer) の信号がまだ利用可能である場合に、逆トーン・マッピング・オペレーション (inverse Tone Mapping Operation) (以下、「iTMO」と呼称することがある) と、汎用的又は局所的 (非線形) に使用される先行する TMO との処理を改善することである。

【0030】

この思想は、例えば、HDR SNR スケラブル・ビデオ符号化に関し、所与の TMO を用いた第 1 のトーン・マップ済みベースレイヤ I_b が LDR ビデオ符号化に割り当てられ、第 2 の拡張レイヤ I_e が HDR ビデオ符号化に割り当てられる。この場合 (SNR スケラビリティ) において、拡張レイヤの (符号化されるべき) 現在ブロック b_e について、ベースレイヤから抽出される予測のブロック b_b (同一位置配置ブロック (collocated block)) を見つけるべきであり、このブロックは逆トーン・マッピングによって処理する必要がある。

【0031】

ブロック b_b の逆トーン・マッピングを実施するために、(b_b の相同の) 仮想ブロック

b'_b

とその近傍とから成る) パッチ

p'_b

の画素を (b_e の相同の) 仮想ブロック

b'_e

とその近傍とから成る) 現在パッチ (current patch: カレント・パッチ)

p'_e

に変換できる変換関数 T_{b_e} を推定すべきである。

【0032】

T_{b_e} が求められると、この変換関数 T_{b_e} が (ブロック b_b とその近傍とから成る) パッチ p_b に適用でき、パッチ

p_b^T

が得られ、最終的に、最後のステップの本質は、パッチ

10

20

30

40

50

$$p_b^T$$

内における現在ブロックと同じ位置に配置されている（collocated：コロケートされている）ブロック

$$\tilde{b}_e$$

の抽出にある。ここで、ブロック

$$\tilde{b}_e$$

は、ブロック b_e の予測に相当する。

10

【 0 0 3 3 】

ここで注意すべき点は、変換関数 T_{b_e} の推定の前に、ベースレイヤの同一位置配置ブロック b_b の符号化モード、即ち、予測モードをベースレイヤに基づいて（ l_b の）再構成済み画像によって（拡張レイヤの符号化器の）1組の利用可能な符号化モードの中から取り出す必要があることである。

【 0 0 3 4 】

また、上述の全体の処理ステップが、符号化器側と同様に復号器側でも実施されることに注意することも重要である。

【 0 0 3 5 】

本開示の実施形態において提案される手法を例示するために、SNRスケーラビリティに基づく例を以下に説明する。この場合（SNRスケーラビリティ）において、拡張レイヤの（符号化対象の）現在ブロック b_e について、ベースレイヤから抽出される予測のブロック b_b （同一位置配置ブロック）を見つけるべきであり、この予測のブロックは逆トーン・マッピングによって処理する必要がある。

20

【 0 0 3 6 】

図2A及び図2Bは、再構成済みベースレイヤの画像と、符号化されるべき現在ブロックの画像とを個別に例示している。

【 0 0 3 7 】

図2Bに例示された、拡張レイヤ l_e の現画像に関連する表記法は、次の通りである。

・拡張レイヤの予測すべき現在ブロック（未知）は、

30

$$X_u^B$$

である。

・現在ブロックの既知の再構成済み（即ち、復号済み）近傍（即ち、テンプレート）は、

$$X_k^T$$

である。

・現在パッチは、

40

【 数 4 】

$$X = \begin{bmatrix} X_k^T \\ X_u^B \end{bmatrix} \quad (4)$$

である。

・指標 k と u は、それぞれ、「既知（known）」と「未知（unknown）」を示している。

【 0 0 3 8 】

図2Aに例示された、ベースレイヤ l_b の画像に関連する符号は、次の通りである。

・（拡張レイヤの予測すべき現在ブロックと実質的に同じ位置に配置されている（collocated：コロケートされている））ベースレイヤの同一位置配置ブロック（既知）は、

50

$$Y_k^B$$

である。

- ・ 現在ブロックの既知の再構成済み（即ち、復号済み）近傍（即ち、テンプレート）は、

$$Y_k^T$$

である。

- ・ （Xと同じ位置に配置されている（collocated：コロケートされている））同一位置配置パッチ（collocated patch）は、

【数 5】

$$Y = \begin{bmatrix} Y_k^T \\ Y_k^B \end{bmatrix} \quad (5)$$

である。

【0 0 3 9】

本目的は、現在ブロック

$$X_u^B$$

についての予測のブロックをブロック

$$Y_k^B$$

から求めることである。実際、変換関数はパッチYとパッチXとの間で推定され、この変換関数は一種の逆トーン・マッピングに相当する。

【0 0 4 0】

明らかなことであるが、ビデオ圧縮という環境では、ブロック

$$X_u^B$$

は入手できないが（復号器が同じ処理を実施することに注意されたい）、現在ブロック

$$X_u^B$$

の第1次近似値（更に正確には、予測）を提供できる利用可能な予測モードは多数ある。ここでは、現在ブロック

$$X_u^B$$

の第1次近似値と現在ブロックの近傍

$$X_k^T$$

が、パッチXの中間パッチX'を構成する。

【0 0 4 1】

その後、ブロック

$$X_u^B$$

の第1次近似値を用いて変換関数 $\text{Trf}(I_b, I_e)$ を見つけて、この変換関数によって、Xの中間パッチをYの中間パッチ（それぞれ、X'及びY'と記す）に変換することができ、そして、この変換関数が、最終的に初期のパッチYに適用されることによって、最終的な予測のブロックが提供できる。

【0 0 4 2】

[第 1 の実施形態]

図 3 A ~ 図 3 J 及び図 4 を参照して、拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める方法と装置の第 1 の実施形態を説明する。

【 0 0 4 3 】

更に具体的には、本開示の第 1 の実施形態は、S N R スケーラビリティ、即ち、L D R ベースレイヤと H D R 拡張レイヤとの間の同一空間解像度に関する。また、第 1 の実施形態において、現在ブロック

$$X_u^B$$

の同一位置配置ブロック

10

$$Y_k^B$$

は、拡張レイヤの符号化器のイントラ符号化モード、例えば、M P E G - 4 A V C / H . 2 6 4 において定義されており、文献 I S O / I E C 1 4 4 9 6 - 1 0 に記載されている H . 2 6 4 規格のイントラ・モードの 1 つで符号化されている。

【 0 0 4 4 】

ブロック

$$Y_k^B$$

の指標 m の符号化モードと

20

$$Y_k^T$$

の近傍画素とを用いて、予測のブロック

$$Y_{prd,m}^B$$

を再構成できる。

【 0 0 4 5 】

図 3 A ~ 図 3 J は、H . 2 6 4 規格において規定されたイントラ 4 × 4 予測を例示する図である。図 3 A ~ 図 3 J に例示されているように、H . 2 6 4 規格では、N 個（ここで、H 2 6 4 の場合、N = 9 ）の相異なるイントラ・モード予測が提案されている。

30

【 0 0 4 6 】

H . 2 6 4 において、イントラ 4 × 4 予測とイントラ 8 × 8 予測は、近傍の再構成済み画素に基づいて符号化されるべき現在ブロックの画素の空間推定に相当する。H . 2 6 4 規格は、画素予測を精巧に行うために、相異なる方向の予測モードを規定している。9 個のイントラ予測モードが、マクロブロック（M B ）の 4 × 4 ブロック・サイズと 8 × 8 ブロック・サイズについて、定義されている。図 3 に示されているように、これらのモードのうちの 8 個のものは、予測すべき現在ブロックを囲む（左の列からと最上ラインからの）画素の 1 D 方向外挿（1D directional extrapolation）で構成されている。イントラ予測モード 2（D C モード）は、予測されたブロックの画素を、利用可能な周囲の画素の平均として、定義している。

40

【 0 0 4 7 】

イントラ 4 × 4 の例において、予測は、図 3 A から 3 J に例示されているように構成されている。

【 0 0 4 8 】

例えば、図 3 C に例示されているように、モード 1（水平方向）において、画素 e、f、g 及び h は、（左の列の）再構成済み画素 j を用いて予測される。

【 0 0 4 9 】

更に、図 3 G に例示されているように、モード 5 において、第 1 の例として、「a」は、（Q + A + 1）/ 2 によって予測される。同様に、第 2 の例として、「g」と「p」は

50

、 $(A + 2B + C + 2) / 4$ によって予測される。

【 0 0 5 0 】

ここで、前述の課題に戻ると、予測のブロック

$$X_{prd,m}^B$$

を提供する、ベースレイヤで用いられたものと同じ m の指標の予測モードと、現在近傍 (currentneighbor)

$$X_k^T$$

と、を利用する目的で、現在ブロック

$$X_u^B$$

の予測を構成することが望ましい。

【 0 0 5 1 】

ここでは、2つの中間パッチ X' と Y' が、次式 (6) と (7) のように構成できる。

現中間パッチ X' :

【数 6】

$$X' = \begin{bmatrix} X_k^T \\ X_{prd,m}^B \end{bmatrix} \quad (6)$$

ベースレイヤの中間パッチ Y' :

【数 7】

$$Y' = \begin{bmatrix} Y_k^T \\ Y_{prd,m}^B \end{bmatrix} \quad (7)$$

【 0 0 5 2 】

所望の変換関数 Trf は、変換領域 (Transform Domain: TF) において Y' と X' の間で算出され、変換は、アダマール (Hadamard)、離散コサイン変換 (Discrete Cosine Transform: DCT)、離散サイン変換 (Discrete Sine Transform: DST)、或いは、フーリエ変換 (Fourier transform) などであってもよい。次式 (8) と (9) が得られる。

【数 8】

$$T_{X'} = TF(X') \quad (8)$$

【数 9】

$$T_{Y'} = TF(Y') \quad (9)$$

【 0 0 5 3 】

式 $TF(Y')$ は、パッチ Y' の 2D 変換「 TF 」(例えば、 DCT) に相当する。

【 0 0 5 4 】

次のステップは、 $T_{Y'}$ を $T_{X'}$ に変換できる変換関数 Trf を算出することであり、このステップにおいて、次式 (10) と (11) が、各々の 1 対の係数に適用される。

If

($abs(T_{X'}(u,v)) > th$ and $abs(T_{Y'}(u,v)) > th$))

then

$$Trf(u,v) = T_{X'}(u,v) / T_{Y'}(u,v) \quad (10)$$

else

$$Trf(u,v) = 0 \quad (11)$$

end if

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

ここで、 u と v は、 T_x 、 T_y 及び Trf の係数の転送変換座標であり、 th は、所与の値の閾値であり、これによって、 Trf 変換関数における特異点が回避される。例えば、 th は、 $H.264$ 又は $HEVC$ 規格の圧縮の環境では、1とすることができる。 $HEVC$ (High Efficiency Video Coding (高効率ビデオ符号化))は、B. Bros s氏、W. J. Han氏、G. J. Sullivan氏、J. R. Ohm氏、及び、T. Wiegand氏の文献であるJCTVC-K1003の「High Efficiency Video Coding (HEVC) text specification draft 9 (高効率ビデオ符号化 (HEVC) テキスト仕様草案9)」、2012年10月に記載されている。

【 0 0 5 6 】

関数 Trf がベースレイヤの初期パッチ Y の変換 (TF) に適用され、逆変換 (TF^{-1}) 後にパッチ Y'' が得られる。パッチ Y'' は、式 (12) から (14) によって示されているように、テンプレート

$$Y''^T$$

とブロック

$$Y_m''^B$$

とから構成されている。

【 数 1 0 】

$$Y'' = \begin{bmatrix} Y''^T \\ Y_m''^B \end{bmatrix} \quad (12)$$

【 数 1 1 】

$$Y'' = TF^{-1}(T_{Y'}) \quad (13)$$

【 数 1 2 】

$$T_{Y'} = TF(Y).Trf \quad (14)$$

【 0 0 5 7 】

式 $TF(Y).Trf$ は、ベースレイヤの初期パッチ Y の変換パッチ T_Y の成分に対する変換関数 Trf の適用に相当し、この適用は、式 (15) によって示されているように (座標 u と v の) 各々の変換成分について行われる。

【 数 1 3 】

$$T_{Y'}(u,v) = T_Y(u,v).Trf(u,v) \quad (15)$$

【 0 0 5 8 】

最終的に、現在ブロック

$$X_u^B$$

の予測の本質は、パッチ Y'' からのブロック

$$Y_m''^B$$

の抽出にあり、表記の m は、予測のブロックがベースレイヤの m のイントラ・モード指標を用いて形成されることを示している。

【 0 0 5 9 】

図4A及び図4Bは、第1の実施形態の拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める装置を例示するブロック図である。ここに説明されたイントラSNRスケーラビリティの原理は、図4Aと4Bにも例示されている。

【 0 0 6 0 】

図 4 A と 4 B を参照して、ローカル（局所的）インタレイヤ L D R H D R 予測を説明する。

【 0 0 6 1 】

説明を明確化するために、特に、復号器を明確化するために、S N R スケーラブル・ビデオ符号化（Scalable Video Coding：S V C）方式を、

（ 1 ） 先ず、ベースレイヤについて、

（ 2 ） 次に、拡張レイヤについて、

説明する。

【 0 0 6 2 】

図 4 A に示された符号化器（即ち、符号器）側と図 4 B に示された復号器側において、本提案はインタレイヤ（b l e l）予測に焦点を当てていることを理解されたい。

10

【 0 0 6 3 】

符号器側及び復号器側では、イントラ・モード（m）を用いたイントラ画像予測モードのみを説明するが、その理由は、我々の（本発明の）インタレイヤ予測モードがイントラ・モード（m）を用いるからである。従って、（所与の R D O（Rate Distortion Optimization（レート歪み最適化））規準を用いる）予測処理部（prediction unit）の機能の本質が、

（ 1 ） ベースレイヤ・レベルでのイントラ画像予測及びインタ画像予測と、

（ 2 ） 拡張レイヤ・レベルでのイントラ画像予測、インタ画像予測及びインタレイヤ予測（我々の（本発明の）新規な予測モード）と

20

から最良の予測モードを求めることにあることが良く分かる。

【 0 0 6 4 】

指標の意味

k： 既知（known）

u： 未知（unknown）

B： ブロック（block）

T： ブロックの近傍（通常、ビデオ圧縮の分野において「テンプレート（Template）」と呼ばれる）

P r e d： 予測（prediction）

m： N 個の利用可能なモードの中からの 1 つのイントラ符号化モードの指標

30

Y、X、Y'、X' 及び Y'' は、図 2 A と 2 B に示されているようなブロックとテンプレートとから構成されるパッチである。

図 4 A における符号器側（処理部 4 0 0）：

【 0 0 6 5 】

オリジナルのブロック 4 0 1 b_e が T M O 4 0 6 によってトーン・マップされ、これによってオリジナルのトーン・マップ済みブロック b_{b c} が得られる。

【 0 0 6 6 】

ベースレイヤ（base layer）（b l）

以下、符号化すべきオリジナルのベースレイヤ・ブロック b_{b c} について検討する。

a）動き推定器（動き推定処理部）4 2 9 は、オリジナルのブロック b_{b c} と参照フレーム・バッファ 4 2 6 に記憶された（前の復号済み）画像とを用いて、所与の動きベクトル（時間予測の一定量）を有する最良のインタ画像予測ブロックを見つけ、時間予測（T e m p P r e d P r e d）処理部 4 3 0 が時間予測ブロックを出力する。空間予測（S p P r e d）処理部 4 2 8 が、（H 2 6 4 の場合における図 3 に例示された）利用可能なイントラ予測モードと近傍の再構成済み（即ち、復号済み）画素とから、イントラ予測ブロックを出力する。

40

b）モード決定処理（処理部 4 2 5）が（N 個の利用可能イントラ・モードから m の指標の）イントラ画像予測モードを選ばると、残余誤差予測 r b が（結合器 4 2 1 によって）オリジナルのブロック b_{b c} と予測ブロック

$$\tilde{b}_b (Y_{prd,m}^B)$$

との差分について算出される。

c) 次に、残余誤差予測 $r_{b,q}$ は、TQ 処理部 422 によって $r_{b,q}$ に変換されて量子化され、最終的にエントロピ符号化処理部 423 によってエントロピ符号化されて、ベースレイヤのビットストリーム内に送られる。

d) $T^{-1} Q^{-1}$ 処理部 424 によって逆変換されて逆量子化された予測誤差ブロック $r_{b,d,q}$ と予測ブロック

$$\tilde{b}_b$$

10

とを (結合器 427 で) 加算して、再構成済み (ベースレイヤ) ブロックを得ることによって、復号済みブロックが局所的に再形成される。

e) 再構成済み (即ち、復号済み) フレームが、(b1) 参照フレーム・バッファ 426 に記憶される。

拡張レイヤ (enhancement layer) (e1)

【0067】

拡張レイヤの符号器の構造がベースレイヤの符号器に類似していること、例えば、符号化モード決定、時間予測及び参照フレーム・バッファに関して、処理部 407、408、409 及び 413 が、ベースレイヤの符号器のそれぞれの処理部 425、426、429 及び 430 と同じ機能を有していることが分かる。

20

【0068】

次に、符号化すべきオリジナルの拡張レイヤ・ブロック b_e について検討する。

f) 拡張レイヤのこのブロックについて、ベースレイヤの同一位置配置ブロックがイントラ画像モードで符号化される場合、この同一位置配置ブロックの (m の指標についての) イントラ・モード (図 7 に示された方法 700 の S705) について検討する。

g) ベースレイヤの (m の指標についての) このイントラ・モードを用いて、

b1 空間予測 (Sp Pred) 処理部 428 によってベースレイヤ・レベルにおける予測のイントラ・ブロック

$$(\tilde{b}_b) Y_{prd,m}^B$$

30

を求め、即ち、再利用し (図 7 の S710)、

次に、同一位置配置ブロック

$$(Y_k^B)$$

の近傍

$$(Y_k^T)$$

と予測のブロック

$$Y_{prd,m}^B$$

40

とを有する第 1 の中間パッチ Y 、即ち、式 (7) を求めて (図 7 の S715)、

h) 同様に、ベースレイヤの (m の指標についての) このイントラ・モードを用いて、

(e1 空間予測 (Sp

Pred) 処理部 412 で) 拡張レイヤ・レベルにおける予測の中間イントラ・ブロック

$$X_{prd,m}^B$$

を求め (図 7 の S720)、

次に、現在ブロック (b_e) の近傍

$$(X_k^T)$$

50

と予測の中間ブロック

$$X_{prd,m}^B$$

とを有する第 2 の中間パッチ X 、即ち、式 (6) を求め (図 7 の S 7 2 5)、

i) 変換領域 (例えば、DCT) において、式 (8) から (11) を用いてパッチ Y からパッチ X への変換関数 Trf を求める (図 7 の S 7 3 0)。

j) 次に、同一位置配置ブロック

$$(Y_k^B)$$

とその近傍

$$Y_k^T$$

10

とから構成されたベースレイヤの初期 (復号済み) パッチ Y 、即ち、式 (5) (図 7 における S 7 3 5 - S 7 4 0) について検討する。

1. パッチ Y に変換 (例えば、DCT) を適用する: $TF(Y)$ 。

2. 次に、変換領域において、 $T_{Y''} = TF(Y) \cdot Trf$ のように Trf の関数を適用する。

3. 逆変換 (例えば、 DCT^{-1}) を $T_{Y''}$ について算出して、 $Y'' = TF^{-1}(T_{Y''})$ を求め、ここで、結果として得られるパッチは式 (12) として構成される。

20

4. 最終的に、ブロック

$$Y_m^{''B}$$

に相当する予測がパッチ Y'' から抽出される。

【0069】

f から j までの全てのステップが、図 4 A における「Pred_e1/b1(Trf)」処理部 411 において実現される。

k) 拡張レイヤ・ブロック b_e と、ステップ f から j において算出されたインタレイヤ予測

$$(Y_m^{''B})$$

30

との残余誤差 r_e が (結合器 402 によって) 得られて、(T, Q 処理部 403 で) 変換されて量子化されて、 $r_{e,q}$ が得られ、エントロピ符号化処理部 404 によってエントロピ符号化されて、拡張レイヤ・ビットストリーム内に送られる。

1) 最終的に、 $T^{-1} Q^{-1}$ 処理部 405 によって逆変換されて逆量子化された予測誤差ブロック $r_{e,d,q}$ と予測

$$Y_m^{''B}$$

とを (結合器 410 で) 加算することによって、復号済みブロックが局所的に再形成されて、再構成済み (即ち、復号済み) 画像が、(e1) 参照フレーム・バッファ 408 に記憶される。

40

図 4 B における復号器側 (処理部 450) :

【0070】

ベースレイヤ (b1)

a) b1 ビットストリームから、所与のブロックについて、エントロピ復号器 (エントロピー復号化処理部) 471 が、量子化済み誤差予測 $r_{b,q}$ と m の指標の関連付けられた符号化イントラ・モードとを復号する。

b) 残余誤差予測 $r_{b,q}$ が、 $T^{-1} Q^{-1}$ 処理部 472 によって、 $r_{b,d,q}$ に逆量子化されて逆変換される。

c) m のイントラ・モードにより、「空間予測 (Sp Pred)」処理部 475 と「

50

予測」処理部 474 が、復号済み近傍画素を用いて、イントラ画像予測のブロック

$$\tilde{b}_b$$

即ち、

$$Y_{prd,m}^B$$

を出力する。

d) 復号されて逆量子化された予測誤差ブロック r_{bdq} と予測ブロック

$$\tilde{b}_b$$

(即ち、

$$Y_{prd,m}^B$$

)とを(結合器 473で)加算して、ベースレイヤの再構成済みブロックを得ることによって、復号済みブロックが局所的に再形成される。

e) 再構成済み(即ち、復号済み)フレームが、参照フレーム・バッファ 476 に記憶され、この復号済みフレームは、(動き補償処理部 477を用いる)次の(b1)イントラ画像予測とインタ予測に使用される。

【0071】

拡張レイヤ(e1)

f) e1ビットストリームから、所与のブロックについて、エントロピ復号器 451 が、量子化済み誤差予測 r_{eq} を復号する。

g) この残余誤差予測 r_{eq} が、 T^{-1} Q^{-1} 処理部 452 によって逆量子化されて逆変換され、 r_{edq} が出力される。

h) 復号すべきブロックの符号化モードが、我々の(本発明の)インタレイヤ・モードに相当する場合、ベースレイヤの同一位置配置ブロックの(mの指標についての)イントラ・モードについて検討する。

i) ベースレイヤの(mの指標についての)このイントラ・モードで、

(b1空間予測(Sp Pred)処理部 475で)ベースレイヤ・レベルにおける予測のイントラ・ブロック

$$(\tilde{b}_b) Y_{prd,m}^B$$

を求め、即ち、再利用し、

同一位置配置ブロック

$$(Y_k^B)$$

の近傍

$$(Y_k^T)$$

と予測のブロック

$$Y_{prd,m}^B$$

とを有する第1の中間パッチY、即ち、式(7)を求める。

j) 同様に、ベースレイヤの(mの指標についての)このイントラ・モードで、

e1空間予測(Sp

Pred)処理部 455で拡張レイヤ・レベルにおける予測の中間イントラ・ブロック

$$X_{prd,m}^B$$

を求め、

現在ブロック(b_e)の近傍

10

20

30

40

50

$$(X_k^T)$$

と予測の中間ブロック

$$X_{prd,m}^B$$

とを有する第 2 の中間パッチ X 、即ち、式 (6) を求める。

k) 変換領域 (例えば、DCT) において、式 (8) から (11) を用いてパッチ Y からパッチ X への変換関数 T_{rf} を求める。

1) 次に、同一位置配置ブロック

$$(Y_k^B)$$

とその近傍

$$Y_k^T$$

とから構成されたベースレイヤの初期 (復号済み) パッチ Y 、即ち、式 (5) について検討する。

1. パッチ Y に変換 (例えば、DCT) を適用する: $TF(Y)$ 。

2. 次に、 T_{rf} の関数を $T_{Y''} = TF(Y) \cdot T_{rf}$ のように変換領域において適用する。

3. 逆変換 (例えば、 DCT^{-1}) を $T_{Y''}$ について算出して、 $Y'' = T_{Y''}^{-1}(T_{Y''})$ を求め、ここで、結果として得られるパッチは、次のように構成される。

【数 14】

$$Y'' = \begin{bmatrix} Y'^T \\ Y_m''^B \end{bmatrix} \quad (12)$$

4. 最終的に、ブロック

$$Y_m''^B$$

に相当する予測がパッチ Y'' から抽出される。

【0072】

h から l までの全てのステップは「Pred_e1/bl(T_{rf})」処理部 457 において実現されるが、これらのステップ h から l は、当然、e1 符号器が、e1 符号器のモード決定 407 によって、このインタレイヤ予測モードを選んだ場合ではあるが、(第 1 の実施形態の) 符号器のステップ f から j と厳密に同じであることが分かる。

m) 復号されて逆量子化された予測誤差ブロック r_{edq} と (予測処理部 454 を介する) 予測ブロック

$$Y_m''^B$$

とを (結合器 453 で) 加算して、再構成済み (e1) ブロックを得ることによって、e1 復号済みブロックが形成される。

n) 再構成済み (即ち、復号済み) 画像が、(e1) 参照フレーム・バッファ 456 に記憶され、この復号済みフレームは、(動き補償処理部 458 を用いる) 次の (e1) イントラ画像予測とインタ予測に使用される。

【0073】

上述の如く、第 1 の実施形態の装置は、図 4A と図 4B によって例示されたように構成でき、第 1 の実施形態の方法を実施できる。

【0074】

ベースレイヤの同一位置配置ブロックの符号化モードを利用することによって、拡張レ

10

20

30

40

50

イヤの現在ブロックの予測を求める本方法と本装置によれば、拡張レイヤの現在ブロックの予測が容易に且つ正確に得られる。

【 0 0 7 5 】

[第 2 の実施形態]

第 1 の実施形態では、現在ブロックの第 1 次近似値と同一位置配置ブロックとを求める目的においてベースレイヤの予測のイントラ・モードを使用できるが、次のステップは、式 (8) から (1 4) までについての詳細なアルゴリズムに相当する。

【 0 0 7 6 】

以下、第 2 の実施形態において、ベースレイヤと拡張レイヤとを符号化するために用いられる符号化アルゴリズムが互いに異なり、従って、これらの予測のモードに互換性がないという更に複雑な状況について説明する。簡単な例は、J P E G 2 0 0 0 (例えば、これは、The J P E G - 2 0 0 0 S t i l l I m a g e C o m p r e s s i o n S t a n d a r d (J P E G - 2 0 0 0 静止画像圧縮規格) , I S O / I E C J T C S t a n d a r d , 1 / S C 2 9 / W G 1 , 2 0 0 5 と、J a s p e r S o f t w a r e R e f e r e n c e M a n u a l (V e r s i o n 1 . 9 0 0 . 0) , I S O / I E C J T C , S t a n d a r d 1 / S C 2 9 / W G 1 , 2 0 0 5 とに記載されている) で符号化されるベースレイヤと H . 2 6 4 で符号化される拡張レイヤとに相当し得る。この状況では、第 1 の実施形態は適用できず、その理由は、m のイントラ・モードが (例えば、J P E G 2 0 0 0 の) ベースレイヤにおいて利用できないからである。

【 0 0 7 7 】

この問題を解決するために、(拡張レイヤの符号器で利用可能な) 予測のモードの検査をベースレイヤの画素について行って、それらの復号済み画素が明らかに利用可能であることを調べて、最終的に、所与の規準に従って最良のイントラ・モードを選択する。

【 0 0 7 8 】

拡張レイヤとベースレイヤの現在パッチと同一位置配置パッチが、次式 (1 6) と (1 7) によって示されている。

現在パッチは、

【 数 1 5 】

$$X = \begin{bmatrix} X_k^T \\ X_u^B \end{bmatrix} \quad (16)$$

であり、(X と同じ位置に配置されている) 同一位置配置パッチは、

【 数 1 6 】

$$Y = \begin{bmatrix} Y_k^T \\ Y_k^B \end{bmatrix} \quad (17)$$

である。

【 0 0 7 9 】

(m の指標の) 最良のイントラ・モードの選択は、n 個の可能なイントラ・モード (例えば、図 3 に示されたモードに相当するもの) の集合 $S = \{ m_0, \dots, m_{n-1} \}$ の中から行われる。この目的のために、仮想予測誤差が、j の指標の所与のモードに従う (同一位置配置ブロック

$$Y_k^B$$

の) 仮想予測

$$Y_{prd,j}^B$$

を用いて算出され、次式 (1 8) によって示されているようなブロック

10

20

30

40

$$Y_k^B$$

と仮想予測

$$Y_{prd,j}^B$$

との間の仮想予測の誤差 ER_j として、算出される。

【数 17】

$$ER_j = \sum_{p \in Y_k^B} \left(Y_k^B(p) - Y_{prd,j}^B(p) \right)^2 \quad (18)$$

10

【0080】

ここで、指標 j のイントラ・モードに従って、 p は予測すべきブロック

$$Y_k^B$$

内と仮想予測のブロック

$$Y_{prd,j}^B$$

内の画素の座標に相当し、

$$Y_k^B(p)$$

20

は

予測すべきブロック

$$Y_k^B$$

の画素値であり、

$$Y_{prd,j}^B(p)$$

は仮想予測のブロックの画素値である。

【0081】

最良の仮想予測モードは、 n 個の利用可能なイントラ予測モードの中から、次式 (19) の如く、仮想予測誤差の最小値によって得られる。

【数 18】

$$J_{mode} = \underset{j}{\operatorname{Argmin}} \{ ER_j \} \quad (19)$$

【0082】

ここで特筆すべき点として、式 (18) によって仮想予測誤差を算出することに使用される計量 (metric) は、誤差平方和 (sum of square error: SSE) には限定されず、その他の計量、即ち、差分絶対値和 (sum of absolute difference: SAD)、アダマール変換差分絶対値和 (sum of absolute Hadamard transform difference: SADT) も可能である。

【0083】

同一位置配置ブロック

$$Y_k^B$$

に割り当てられる仮想予測

$$Y_{prd,J_{mode}}^B$$

が得られ、次に、拡張レイヤの現在ブロック

(X_u^B)

に割り当てられる仮想予測

$(X_{prd J_{mode}}^B)$

を算出するために、同じモード (J_{mode}) が使用される。

【 0 0 8 4 】

新規な中間パッチが、次式 (2 0) と (2 1) の如く提供される。

現中間パッチ X' :

【 数 1 9 】

10

$$X' = \begin{bmatrix} X_k^T \\ X_{prd J_{mode}}^B \end{bmatrix} \quad (20)$$

ベースレイヤの中間パッチ Y' :

【 数 2 0 】

$$Y' = \begin{bmatrix} Y_k^T \\ Y_{prd J_{mode}}^B \end{bmatrix} \quad (21)$$

【 0 0 8 5 】

20

一旦、中間仮想予測ブロック

$Y_{prd J_{mode}}^B$

と

$X_{prd J_{mode}}^B$

が得られると、変換関数 T_{rf} を用いてベースレイヤから現在ブロックの (最終的な) 予測を求める処理工程は、前述の式 (8) と (9) によって与えられる処理と同様である。

【 0 0 8 6 】

変換関数 T_{rf} を用いる際は、この関数をパッチ Y に適用して、逆変換後に、パッチ Y'' が得られ、これから所望の予測が、式 (2 2) によって示されるように抽出される。

30

【 数 2 1 】

$$Y'' = \begin{bmatrix} Y'^T \\ Y_{J_{mode}}''^B \end{bmatrix} \quad (22)$$

【 0 0 8 7 】

式 (2 2) において、現在ブロックの予測は、

$Y_{J_{mode}}''^B$

である。ここでの処理工程は、ここでの仮想モード J_{mode} について、式 (1 3) 、 (1 4) 及び (1 5) を用いることによる式 (1 2) について用いられる処理工程と同様である。

40

【 0 0 8 8 】

イントラ SNR スケーラビリティのここでの説明内容の原理が、図 5 A と 5 B に例示されている。図 5 は、本開示の第 2 の実施形態についての拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める装置の構成を例示するブロック図である。

図 5 A における符号器側 (処理部 5 0 0) :

【 0 0 8 9 】

ブロック $b_{e 5 0 1}$ で構成されたオリジナルの HDR 画像 $im_{e 1}$ が、 $TMO 5 0 6$ によってトーン・マップされて、オリジナルのトーン・マップ済み画像 $im_{b 1}$ が得られる

50

。

ベースレイヤ (b1)

【0090】

符号化すべきオリジナルのベースレイヤ画像 im_{b1} について検討する。所与のビデオ符号器 531 を用いる場合、この画像は、この符号器 531 によって符号化され、ローカルのループ内の復号器 532 によって、局所的に復号される。局所的に復号された画像は、「再構成済み画像バッファ」533 に記憶される。結果として得られた符号化済み画像は、ベースレイヤのビットストリーム内に送られる。

拡張レイヤ (e1)

【0091】

次に、符号化すべきオリジナルの拡張レイヤ・ブロック b_e について検討する。

a) 拡張レイヤの現在ブロックについて、(mの指標についての) 拡張レイヤ符号器のイントラ・モードに利用可能な全てのイントラ符号化モードを検討する。

(所与の規準(式(19))と拡張レイヤ符号器の符号化モードとに従って)(ベースレイヤの) 同一位置配置ブロックに割り当てられた(J_{mode} の指標についての) 最良の予測モードをこの同一位置配置ブロックの近傍画素から(式(19)、即ち、「 $J_{mode} = \text{Argmin}_j \{ER_j\}$ 」処理部 542 によって) 見出す。

b) 拡張レイヤの(J_{mode} の指標についての) このイントラ・モードを用いて：

ベースレイヤ・レベルにおける予測のイントラ・ブロック

$$Y_{prd J_{mode}}^B$$

を(b1空間予測(Sp Pred)処理部 541によって)求め、
同一位置配置ブロック

$$(Y_k^B)$$

の近傍

$$(Y_k^T)$$

と予測のブロック

$$Y_{prd J_{mode}}^B$$

とを有する第1の中間パッチ Y' 、即ち、式(21)を求める。

c) 同様に、ベースレイヤの(J_{mode} の指標についての) このイントラ・モードを用いて：

拡張レイヤ・レベルにおける予測の中間イントラ・ブロック

$$X_{prd J_{mode}}^B$$

を(e1空間予測(Sp Pred)処理部 512によって)求め、
現在ブロック(b_e)の近傍

$$(X_k^T)$$

と予測の中間ブロック

$$X_{prd J_{mode}}^B$$

とを有する第2の中間パッチ X' 、即ち、式(20)を求める。

d) 変換領域(例えば、DCT)において、式(8)から(11)を用いてパッチ Y' からパッチ X' への変換関数 T_{rf} を求める。

e) 次に、同一位置配置ブロック

$$(Y_k^B)$$

とその近傍

$$Y_k^T$$

とから構成されたベースレイヤの初期（復号済み）パッチ Y 、即ち、式（５）について検討する。

１．パッチ Y に変換（例えば、 DCT ）を適用する： $TF(Y)$ 。

２．次に、 Trf の関数を $T_{Y''} = TF(Y) \cdot Trf$ のように変換領域において適用する。

３．逆変換（例えば、 DCT^{-1} ）を $T_{Y''}$ について算出して、 $Y'' = TF^{-1}(T_{Y''})$ を求め、ここで、結果として得られるパッチは、式（２２）として構成される。

４．最終的に、ブロック

$$Y_{mode}''^B$$

に相当する予測がパッチ Y'' から抽出される。

【００９２】

b から e までの全てのステップが、「 $Pred_el/bl(Trf)$ 」処理部５１１において実現される。

f) 拡張レイヤ・ブロック b_e と、ステップ a から e で算出されたインタレイヤ予測($Y_{mode}''^B$)

との（結合器５０２によって算出された）残余誤差 r_e が、 T 、 Q 処理部５０３によって r_{eq} に変換されて量子化され、エントロピ符号器５０４によってエントロピ符号化されて、拡張レイヤのビットストリーム内に送られる。

g) 最終的に、 $T^{-1}Q^{-1}$ 処理部５０５によって逆変換されて逆量子化された予測誤差ブロック r_{edq} と予測

$$Y_{mode}''^B$$

とを（結合器５１４で）加算することによって、復号済みブロックが局所的に再形成され、再構成済み（即ち、復号済み）画像が、（ el ）参照フレーム・バッファ５０８に記憶される。

【００９３】

その他の処理部５０７と５０９とについての機能は、それぞれ、一般的な符号化モード決定とインタ画像予測についての動き推定とである。

図５Ｂにおける復号器側（処理部５５０）：

ベースレイヤ（ bl ）

【００９４】

bl ビットストリームからベースレイヤ・シーケンスが復号器５８４で復号される。再構成済み画像バッファ５８２が、インタレイヤ予測に使用される復号済みフレームを記憶する。

拡張レイヤ（ el ）

【００９５】

a) エントロピ復号器５５１が、 el ビットストリームから所与のブロックについて量子化済み誤差予測 r_{eq} を復号する。

b) この残余誤差予測 r_{eq} が $T^{-1}Q^{-1}$ 処理部５５２によって逆量子化されて逆変換されて、 r_{edq} が得られる。

c) 復号すべきブロックの符号化モードが、我々の（本発明の）インタレイヤ・モードに相当する場合、ベースレイヤの同一位置配置ブロックの（ J_{mode} の指標についての）イントラ・モードが必要である。

HDR レイヤの現在ブロックについて、（ J_{mode} の指標についての）拡張レイヤ

10

20

30

40

50

符号器のイントラ・モードに利用可能な全てのイントラ符号化モードを検討する。

(所与の規準(式(19))と拡張レイヤ符号器の符号化モードとに従って)(ベースレイヤの)同一位置配置ブロックに割り当てられた(J_{mode} の指標についての)最良の予測モードを、この同一位置配置ブロックの近傍画素から、(式(19)と「 $J_{mode} = \text{Argmin}_j \{ER_j\}$ 」処理部581によって)見出す。

d) 拡張レイヤの(J_{mode} の指標についての)このイントラ・モードを用いて：
ベースレイヤ・レベルにおける予測のイントラ・ブロック

$$Y_{prd J_{mode}}^B$$

をb1空間予測($b1 \quad Sp \quad Pred$)処理部583によって求め、
同一位置配置ブロック

10

$$(Y_k^B)$$

の近傍

$$(Y_k^T)$$

と予測のブロック

$$Y_{prd J_{mode}}^B$$

とを有する第1の中間パッチ Y' 、即ち、式(21)を求める。

20

e) 同様に、ベースレイヤの(J_{mode} の指標についての)このイントラ・モードを用いて：

拡張レイヤ・レベルにおける予測の中間イントラ・ブロック

$$X_{prd J_{mode}}^B$$

をe1空間予測($Sp \quad Pred$)処理部555によって求め、
現在ブロック(b_e)の近傍

$$(X_k^T)$$

と予測の中間ブロック

30

$$X_{prd J_{mode}}^B$$

とを有する第2の中間パッチ X' 、即ち、式(20)を求める。

f) 変換領域(例えば、DCT)において、式(8)から(11)を用いてパッチ Y' からパッチ X' への変換関数 T_{rf} を求める。

g) 次に、同一位置配置ブロック

$$(Y_k^B)$$

とその近傍

$$Y_k^T$$

40

とから構成されたベースレイヤの初期(復号済み)パッチ Y 、即ち、式(5)について検討する。

1. パッチ Y に変換(例えば、DCT)を適用する： $TF(Y)$ 。

2. 次に、 T_{rf} の関数を $T_{Y''} = TF(Y) \cdot T_{rf}$ のように変換領域において適用する。

3. 逆変換(例えば、 DCT^{-1})を $T_{Y''}$ について算出して、 $Y'' = TF^{-1}(T_{Y''})$ を求め、ここで、結果として得られるパッチは、式(22)として構成される。

50

4. 最終的に、ブロック

$$Y_{mode}''^B$$

に相当する予測がパッチ Y " から抽出される。

【 0 0 9 6 】

c から g までの全てのステップは「 P r e d e l / b l (T r f) 」処理部 5 5 7 において実現されるが、ステップ d から h は、当然、e l 符号器が、e l 符号器のモード決定 (処理部 5 0 7) によって、このインタレイヤ予測モードを選んだ場合ではあるが、(第 2 の実施形態の) 符号器のステップ b から e と厳密に同じであることが分かる。

h) 復号されて (処理部 5 5 2 によって) 逆量子化された予測誤差ブロック $r_{e d q}$ と (予測処理部 5 5 4 と処理部 5 5 7 を介する) 予測ブロック

10

$$Y_{mode}''^B$$

とを (結合器 5 5 3 で) 加算して、再構成済み (e l) ブロックを得ることによって、e l 復号済みブロックが形成される。

i) 再構成済み (即ち、復号済み) 画像が、(e l) 参照フレーム・バッファ 5 5 6 に記憶され、この復号済みフレームは、動き補償処理部 5 5 8 を用いる次の (e l) イントラ画像予測とインタ画像予測に使用される。

【 0 0 9 7 】

拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める本方法と本装置によれば、ベースレイヤの符号化モードが拡張レイヤの符号化モードと異なる場合でも、適切なインタレイヤ符号化モードが選択されて、現在ブロックの予測が得られる。

20

【 0 0 9 8 】

[第 3 の実施形態]

以下、本開示の第 3 の実施形態についての、拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める方法と装置を説明する。

【 0 0 9 9 】

空間スケーラビリティにおいて、ベースレイヤ (l_b) と拡張レイヤ (l_e) の空間解像度は互いに異なるが、ベースレイヤの予測のモードの可用性に関しては、相異なる可能性がある。

30

【 0 1 0 0 】

更に具体的には、第 1 の実施形態と同様に空間スケーラビリティが同一ビデオ符号化規格であるケースを以下に説明する。

【 0 1 0 1 】

現在ブロック

$$(X_u^B)$$

のサイズがベースレイヤのアップサンプリング済み同一位置配置ブロック

$$(Y_k^B)$$

40

と同じである場合、ベースレイヤの予測モード m を利用でき、第 1 の実施形態において説明した処理をこのケースに適用できる。例えば (空間スケーラビリティ $N \times N$ $2N \times 2N$ の場合において)、所与の 8×8 現在ブロックは、ベースレイヤにおける 4×4 同一位置配置ブロックを有する。従って、イントラ・モード m は、(l_b レイヤの) この 4×4 ブロックを符号化するために用いられたイントラ符号化モードに相当し、予測の 8×8 ブロック

$$Y_{prd,m}^B$$

は、ベースレイヤのアップサンプリング済み予測であり得るか (4×4 8×8)、或いは、予測

50

$$Y_{prd,m}^B$$

は、同じ m の符号化モードでベースレイヤのアップサンプリング済み画像について算出し得る。第 1 の実施形態の如く、ベースレイヤと拡張レイヤの中間予測ブロックが得られると、ベースレイヤと拡張レイヤの中間パッチが形成される。次に、これらの 2 つの中間パッチから、変換関数が、式 8 から 11 によって推定される。最終的に、この変換関数が、ベースレイヤのアップサンプリング済み且つ変換済み（例えば、DCT）パッチに適用されて、インタレイヤ予測が、第 1 の実施形態におけるように抽出される。

【0102】

対照的に、現在ブロック

$$(X_u^B)$$

のサイズがベースレイヤのアップサンプリング済みブロック

$$(Y_k^B)$$

と異なる場合、符号化モード m は、現実的には利用できない。このケースでは、第 2 の実施形態において説明した原理を使用できる。換言すれば、最良の符号化モード m は、アップサンプリング済みベースレイヤにおいて推定する必要がある、（インタレイヤ予測に割り当てられる）残りの処理は、第 2 の実施形態と同じであり、推定された変換関数（Trf）がアップサンプリング済み且つ変換済み（例えば、DCT）ベースレイヤ・パッチに適用されることが分かる。

【0103】

[第 4 の実施形態]

以下、本開示の第 4 の実施形態についての、拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める方法と装置を説明する。

【0104】

本開示の第 4 の実施形態は、LDR / HDR のスケーラブル・ビデオ符号化に基づいて、ベースレイヤのブロックについての符号化モード選択アルゴリズムを提供し、これによって、選択済みモードを再度用いて、第 1 の実施形態において提供された技術で予測（ l_b 、 l_e ）を求める。ベースレイヤ・レベルにおける符号化モードの選択は、2 つのレイヤ・レベルにおいて固有の歪を生じさせることがある。

【0105】

ここで、RDO（Rate Distortion Optimization（レート歪み最適化））技術は、LDR 及び HDR の歪みと、HDR の現在ブロック及び LDR の同一位置配置ブロックの符号化コストとに取り組むことに貢献し、RDO の規準は、再構成誤差とベースレイヤ及び拡張レイヤの符号化コストとに関して最良の妥協（compromise）が得られる予測モードを提供する。この目的のために、2 つのレイヤについての一般的な RDO の基準は、次式（23）と（24）として提供される。

【数 22】

$$\text{LDR: } \text{Cst}_{bl} = \text{Dist}_{bl} + \lambda_{bl} \cdot B_{bl}^{\text{cst}} \quad (23)$$

【数 23】

$$\text{HDR: } \text{Cst}_{el} = \text{Dist}_{el} + \lambda_{el} \cdot B_{el}^{\text{cst}} \quad (24)$$

【0106】

これらの項の

$$B_{bl}^{\text{cst}}$$

と

10

20

30

40

50

B_{el}^{cst}

は、それぞれ、ベースレイヤと拡張レイヤの予測の残余誤差のDCT係数の符号化コストから構成されており、復号器側において予測を再形成することを可能にするシンタックス要素（ブロック・サイズ、符号化モード、・・・）が、ブロック（

 B_{bl}^{cst}

と

 B_{el}^{cst}

10

）のヘッダ内に含まれている。

【 0 1 0 7 】

ベースレイヤの（オリジナルのブロックである）ブロック

 Y_{or}^B

の例を検討すると、逆量子化と逆変換（例えば、 DCT^{-1} ）後の予測の残余誤差の量子化済み係数について、この残余誤差を予測に加算することによって、再構成済み（即ち、復号済み）ブロック

 (Y_{dec}^B)

20

が得られる。オリジナルのブロック

 Y_{or}^B

と復号済みブロック

 Y_{dec}^B

とを用いて、このブロックに関連付けられたベースレイヤの歪みが、次式（ 2 5 ）として提供される。

【 数 2 4 】

$$\text{Dist}_{bl} = \sum_{p \in Y_{or}^B} \left(Y_{or}^B(p) - Y_{dec}^B(p) \right)^2 \quad (25)$$

30

【 0 1 0 8 】

RDO基準において、最良の妥協レート歪みを得るために、周知のパラメータ

 λ_{bl}

が用いられる。この例において、N個の可能なモードの中で最良のモードが、次式（ 2 6 ）として提供される。

【 数 2 5 】

$$J_{mode}^{bl} = \underset{i}{\text{Argmin}} \{ Cst_{bl}^i \} \quad (26)$$

40

【 0 1 0 9 】

式（ 2 3 ）と（ 2 4 ）を、式（ 2 7 ）と（ 2 8 ）によって示されるような別の形に書き換えることができる。

【 数 2 6 】

$$\text{LDR: } Cst_{bl}' = \frac{\text{Dist}_{bl}}{\lambda_{bl}} + B_{bl}^{cst} \quad (27)$$

【数 2 7】

$$\text{HDR: } Cst'_{el} = \frac{Dist_{el}}{\lambda_{el}} + B_{el}^{cst} \quad (28)$$

【0 1 1 0】

式(27)と(28)は、ベースレイヤと拡張レイヤとの間の汎用的な妥協を可能にする混合パラメータ(blending parameter)を用いて、次式(29)として組み合わせることができる。

【数 2 8】

$$Cst' = \left(\frac{Dist_{bl}}{\lambda_{bl}} + B_{bl}^{cst} \right) \cdot (1 - \alpha) + \left(\frac{Dist_{el}}{\lambda_{el}} + B_{el}^{cst} \right) \cdot \alpha \quad (29)$$

10

但し、 $0 \leq \alpha \leq 1$ 。

【0 1 1 1】

(式(29)に従う)最良のモードによってベースレイヤのモードが得られ、これによって、ベースレイヤのN個の符号化モードのうちの1つを介して、次式(30)に示されるように、最小限の汎用的なコストCst'が得られる。

【数 2 9】

$$J_{mode}^{bl} = \underset{j}{\text{Argmin}} \{ Cst'_j \} \quad (30)$$

20

【0 1 1 2】

この式(30)から、以下のことが分かる。

【0 1 1 3】

$\alpha = 0$ の場合、この状況は、第1の実施形態において提案されたアルゴリズムに相当し、変換関数Trfを介してインタレイヤ予測(bl-e1)を形成するためにベースレイヤの(指標mについての)符号化モードが使用でき、これによって、最終的に、インタレイヤ予測

$$Y_m^{B}$$

30

、但し、

$$m = J_{mode}^{bl}$$

が得られる。

【0 1 1 4】

一方、 $\alpha = 1$ の場合、符号化モードの選択は、主に拡張レイヤに焦点を当てており、ベースレイヤが多数の視覚的アーティファクトを含んでいるリスクがある。

【0 1 1 5】

$\alpha = 0.5$ の場合、2つのレイヤ相互間での妥協が必要である。このケースにおいて、ベースレイヤの符号化モードの選択が、実際、ベースレイヤ・レベルにおける影響のみならず拡張レイヤ・レベルにおける影響にも基づくこと、更に正確には、

40

・ベースレイヤの符号化モードの選択に従うベースレイヤに対する影響と、

・第1の実施形態において説明された処理工程全体による、即ち、前のベースレイヤの符号化モードに基づくインタレイヤ予測による拡張レイヤに対する影響と、
に基づくこと、に注意することが重要である。

【0 1 1 6】

図6は、第4の実施形態についての拡張レイヤの現在ブロックの予測を求める装置を例示するブロック図を示している。

【0 1 1 7】

図6を参照して、ローカル(局所的)インタレイヤ予測を説明する。この説明について

50

は、イントラ・モード (m) を用いたイントラ画像予測モードのみを説明するが、その理由は、我々の (本発明の) インタレイヤ予測モードがイントラ・モード (m) を用いるからである。

【0118】

尚、符号器側のみを説明するが、その理由は、第4の実施形態において、関連付けられた復号器は、第1の実施形態と同じであり、図4Bに例示された復号器に相当するからである。

図6における符号器側 (処理部600) :

【0119】

オリジナルのブロック $601b_e$ が、TMO606によってトーン・マップされて、オリジナルのトーン・マップ済みブロック b_{bc} が得られる。

【0120】

尚、第4の実施形態のインタレイヤ予測のこの特定のケースでは、(ベースレイヤと拡張レイヤの符号化モード決定処理部に相当する) 処理部625と607は、使用されない。このケースでは、処理部642が、処理部625と607に取って代わり、実際、処理部642が、式30によって最良のイントラ・モード

J_{mode}^{bl}

を選択して、このモード

(J_{mode}^{bl})

を処理部625と607に送る。

処理部642におけるベースレイヤのイントラ符号化モード

(J_{mode}^{bl})

の選択

【0121】

次式(29)としてのベースレイヤと拡張レイヤとの間の汎用的な妥協を可能にする所与の混合パラメータについて、及び、(H264のケースにおける図3に例示された) N個の利用可能なイントラ予測モードのそれぞれについて、符号化モードに関する処理をN回繰り返す。

【0122】

mの指標のN個のイントラ・モードに関するループ{

a) ベースレイヤの近傍の再構成済み (即ち、復号済み) 画素と、空間予測と、イントラ符号化モードm (mは指標) とを用いて、(Sp Pred) 処理部658が、イントラベースレイヤ予測ブロックを出力する。

b) 拡張レイヤの近傍の再構成済み (即ち、復号済み) 画素と、空間予測と、同じmのイントラ符号化モードとを用いて、(Sp Pred) 処理部612が、中間イントラ拡張レイヤ予測ブロックを出力する。

処理部611が、イントラベースレイヤ近傍とステップ(a)の予測のブロックとから構成されるベースレイヤのパッチを形成する。

処理部611が、イントラ拡張レイヤ近傍とステップ(b)の予測のブロックとから構成される拡張レイヤのパッチを形成する。

変換領域 (例えば、DCT) において、式(8)から(11)を用いてパッチY からパッチX への変換関数Trfを (処理部611において) 求める。

引き続き処理部611において、

・ 同一位置配置ブロック

(Y_k^B)

とその近傍

10

20

30

40

50

$$Y_k^T$$

とから構成されたベースレイヤの初期（復号済み）パッチ Y 、即ち、式（５）について検討する。

- ・パッチ Y に変換（例えば、 DCT ）を適用する、： $TF(Y)$ 。
- ・変換領域において $T_{Y''} = TF(Y) \cdot Trf$ のように Trf の関数を適用する。
- ・逆変換（例えば、 DCT^{-1} ）を $T_{Y''}$ について算出して、 $Y'' = TF^{-1}(T_{Y''})$ を求め、ここで、結果として得られるパッチは式（１２）として構成される。
- ・ブロック

$$Y_m^{''B}$$

10

に相当する予測をパッチ Y'' から抽出する。

c) 処理部６４２において、（式（２９）に従う）最良のモードが選択され、これによって、 N 個の符号化モードのうちの１つを介して、最小限の汎用的なコスト Cst が得られる（式（３０））。

} m の指標の N 個のイントラ・モードに関するループ終了

【０１２３】

最終的に、最良のイントラ

$$J_{mode}^{bl}$$

20

が、ベースレイヤの空間予測処理部６５８、決定処理部６０７、及び、拡張レイヤの処理部６１１に送られる。

【０１２４】

$$J_{mode}^{bl}$$

が判明すると、即ち、ベースレイヤのイントラ・モードの指標

$$m = J_{mode}^{bl}$$

であることが分かると、残りの処理工程は、第１の実施形態の符号器の説明内容と同様である。

30

ベースレイヤ（ b_1 ）

【０１２５】

符号化すべきオリジナルのベースレイヤ・ブロック b_{b_c} について検討する。

d) オリジナルのブロック b_{b_c} と参照フレーム・バッファ６２６に記憶された（前の復号済み）画像とを用いて、動き推定器（動き推定処理部）６２９が、所与の動きベクトル（時間予測の一定量）を有する最良のインタ画像予測ブロックを見つけて、時間予測（ $Temp_Pred_Pred$ ）処理部６３０が、時間予測ブロックを出力する。

e) モード決定処理（処理部６２５）が（

$$m = J_{mode}^{bl}$$

40

の指標についての) イントラ画像予測モードを選択した場合、残余誤差予測 r_b が、オリジナルのブロック b_{b_c} と予測ブロック

$$\tilde{E}_b$$

(

$$Y_{prd,m}^B$$

)

との差分により（結合器６２１によって）算出される。

f) 次に、残余誤差予測 r_b が TQ 処理部６２２によって変換されて量子化されて、 r

50

b_q が得られ、最終的に、エントロピ符号化処理部 6 2 3 によってエントロピ符号化されて、ベースレイヤのビットストリーム内に送られる。

g) $T^{-1} Q^{-1}$ 処理部 6 2 4 によって逆変換されて逆量子化された予測誤差ブロック $r_{b_d q}$ と予測ブロック

$$\tilde{b}_b$$

とを (結合器 6 5 7 で) 加算して、再構成済み (ベースレイヤ) ブロックを得ることによって、復号済みブロックが局所的に再形成される。

h) 再構成済み (即ち、復号済み) フレームが、(b 1) 参照フレーム・バッファ 6 2 6 に記憶される。

10

拡張レイヤ (e 1)

【0 1 2 6】

拡張レイヤの符号器の構造がベースレイヤの符号器に類似していること、例えば、符号化モード決定、時間予測及び参照フレーム・バッファに関して、処理部 6 0 7、6 0 8、6 0 9 及び 6 1 3 が、ベースレイヤの符号器のそれぞれの処理部 6 2 5、6 2 6、6 2 9 及び 6 3 0 と同じ機能を有していることが分かる。

【0 1 2 7】

次に、符号化すべきオリジナルの拡張レイヤ・ブロック b_b について検討する。

i) 拡張レイヤのこのブロックについて、ベースレイヤの同一位置配置ブロックがイントラ画像モードで符号化される場合、この同一位置配置ブロックの (m の指標についての、但し、

20

$$m = J_{mode}^{bl}$$

の) イントラ・モードについて検討する。

j) ベースレイヤの (m の指標についての) このイントラ・モードを用いて、

b 1 空間予測 (S p P r e d) 処理部 6 5 8 によってベースレイヤ・レベルにおける予測のイントラ・ブロック

$$(\tilde{b}_b) Y_{prd,m}^B$$

を求め、即ち、再利用し、

30

次に、同一位置配置ブロック

$$(Y_k^B)$$

の近傍

$$(Y_k^T)$$

と予測のブロック

$$Y_{prd,m}^B$$

とを有する第 1 の中間パッチ Y 、即ち、式 (7) を求め、

40

k) 同様に、ベースレイヤの (m の指標についての) このイントラ・モードを用いて、

(e 1 空間予測 (S p P r e d) 処理部 6 1 2 によって) 拡張レイヤ・レベルにおける予測の中間イントラ・ブロック

$$X_{prd,m}^B$$

を求め、

次に、現在ブロック (b_e) の近傍

$$(X_k^T)$$

と予測の中間ブロック

50

$$X_{prd,m}^B$$

とを有する第 2 の中間パッチ X 、即ち、式 (6) を求め、

1) 変換領域 (例えば、DCT) において、式 (8) から (11) を用いてパッチ Y からパッチ X への変換関数 T_{rf} を求める。

m) 次に、同一位置配置ブロック

$$(Y_k^B)$$

とその近傍

$$Y_k^T$$

10

とから構成されたベースレイヤの初期 (復号済み) パッチ Y 、即ち、式 (5) について検討する。

5 . パッチ Y に変換 (例えば、DCT) を適用する : $TF(Y)$ 。

6 . 次に、変換領域において $T_{Y''} = TF(Y) \cdot T_{rf}$ のように T_{rf} の関数を適用する。

7 . 逆変換 (例えば、 DCT^{-1}) を $T_{Y''}$ について算出して、 $Y'' = TF^{-1}(T_{Y''})$ を求め、ここで、結果として得られるパッチは式 (12) として構成される。

8 . 最終的に、ブロック

$$Y_m^{''B}$$

20

に相当する予測がパッチ Y'' から抽出される。

【 0128 】

j から m までの全てのステップが、「Pred el / bl (T_{rf})」処理部 611 において実現される。

n) 拡張レイヤ・ブロック b_e と、ステップ j から m において算出されたインタレイヤ予測

$$(Y_m^{''B})$$

との残余誤差 r_e が (結合器 602 によって) 得られて、(TQ 処理部 603 で) 変換されて量子化されて、 r_{eq} が得られ、エントロピ符号化処理部 604 によってエントロピ符号化されて、拡張レイヤのビットストリーム内に送られる。

30

o) 最終的に、 $T^{-1} Q^{-1}$ 処理部 605 によって逆変換されて逆量子化された予測誤差ブロック r_{eq} と予測

$$Y_m^{''B}$$

とを (結合器 610 で) 加算することによって、復号済みブロックが局所的に再形成されて、再構成済み (即ち、復号済み) 画像が、(el) 参照フレーム・バッファ 608 に記憶される。

【 0129 】

40

上述の如く、本開示の実施形態は、2つのレイヤについて同じ又は相異なる符号器を用いる SNR 及び空間スケーラブル LDR / HDR ビデオ符号化に関する。LDR ビデオは、任意のトーン・マッピング・オペレータで、即ち、汎用的又は局所的な、線形又は非線形のもので、HDR ビデオから実施できる。本実施形態のスケーラブルな (適応性のある) 解決手段において、インタレイヤ予測は、追加の特定のメタデータなしで、その場その場で、実施される。

【 0130 】

本開示の実施形態は、符号器と復号器の両方に関する。復号処理に適用される本開示の実施形態は、おおまかに開示されており、その復号は、本開示の実施形態に従って見出すことができる。

50

【 0 1 3 1 】

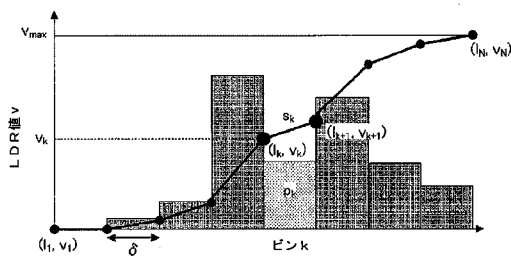
本開示の実施形態は、画像圧縮及びビデオ圧縮に適用できる。特に、本開示の実施形態は、LDR/HDRビデオ・コンテンツの保存と配信とに割り当てられる新世代の符号器の発展の一部として、ITU-T（電気通信標準化部門）又はMPEG標準化グループ（MPEG standardization groups）に提案されるであろう。

【 0 1 3 2 】

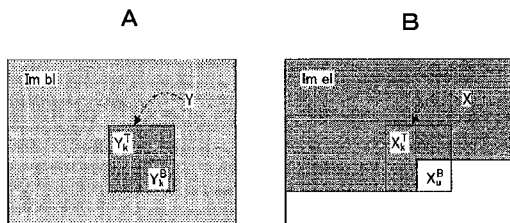
ここに列挙された全ての例と条件的な言葉は、読者が本発明者によって提供される本開示と概念とを理解することに役立ち、技術を推進させるという教育的な目的を意図しており、このように具体的に列挙された例と条件が限定事項ではないと解釈されるべきであり、また、本明細書におけるこのような例の編成は、本開示の優劣の提示とは関係ない。

10

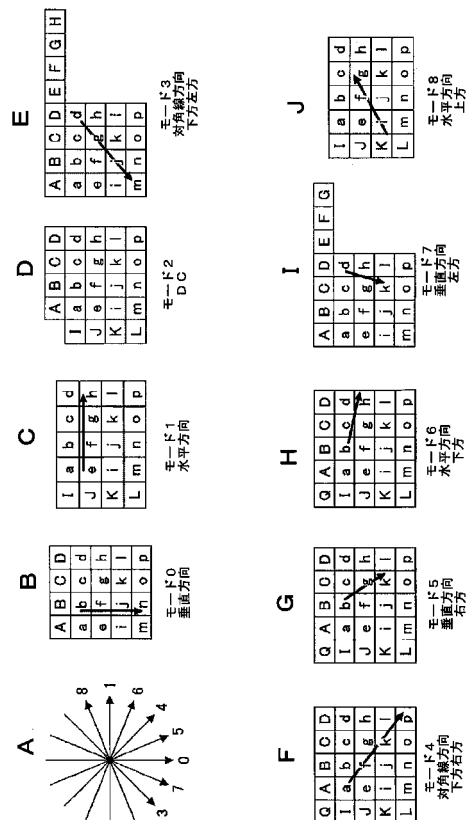
【 図 1 】



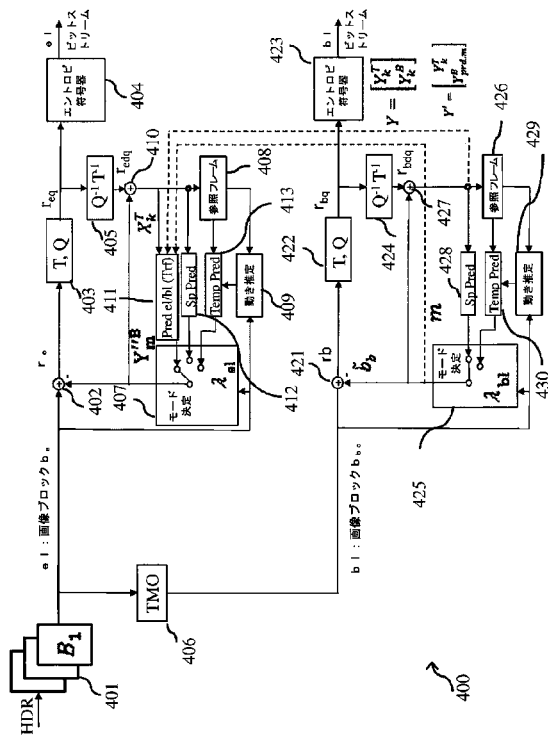
【 図 2 】



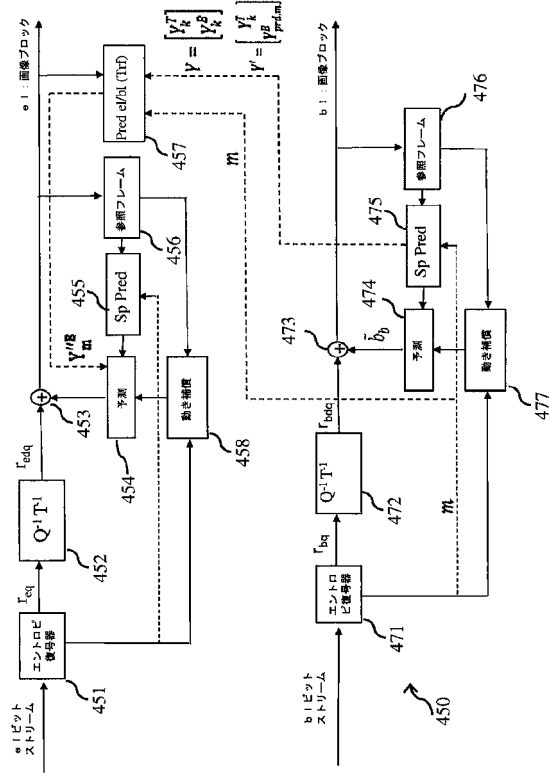
【 図 3 】



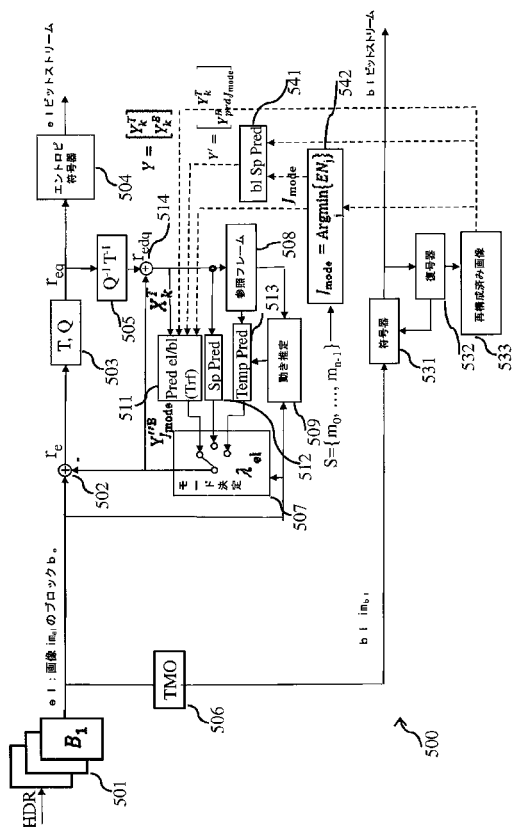
【図 4 A】



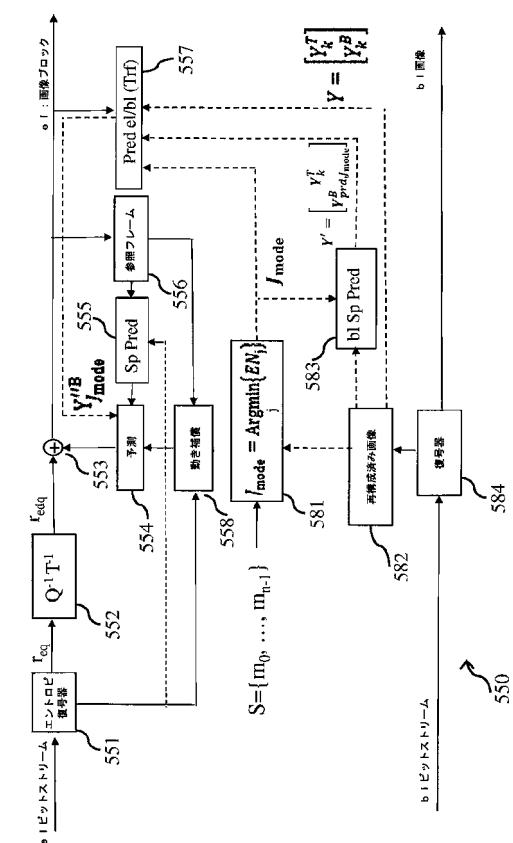
【図 4 B】



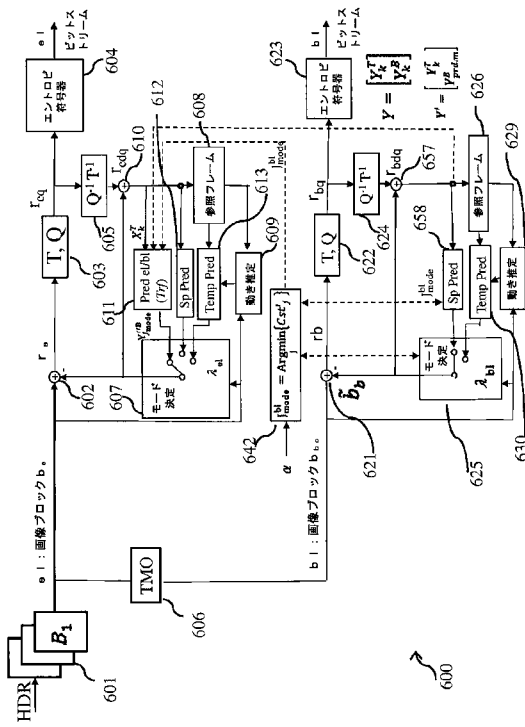
【図 5 A】



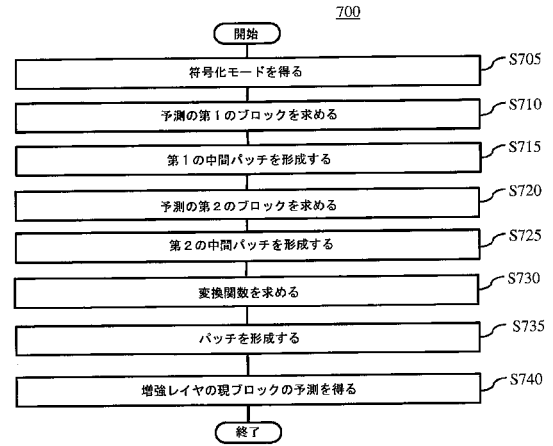
【図 5 B】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/064868

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H04N19/11 H04N19/157 H04N19/176 H04N19/593
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>WU Y ET AL: "CE1: SVC study on inter-layer prediction: bit-depth scalability", 25. JVT MEETING; 82. MPEG MEETING; 21-10-2007 - 26-10-2007; SHENZHEN,CN; (JOINT VIDEO TEAM OF ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-T SG.16),, no. JVT-Y081, 21 October 2007 (2007-10-21) , XP030007285, ISSN: 0000-0137 page 2 first paragraph ----- -/-</p>	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 August 2016

Date of mailing of the international search report

09/08/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Regidor Arenales, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/064868

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WINKEN M ET AL: "CE2: SVC bit-depth scalability", 24. JVT MEETING; 81. MPEG MEETING; 29-6-2007 - 5-7-2007; GENEVA, CH;(JOINT VIDEO TEAM OF ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 AND ITU-T SG.16),, no. JVT-X057, 4 July 2007 (2007-07-04), XP030007164, ISSN: 0000-0082 figure 1 -----	1-16
Y	WO 2014/082982 A1 (THOMSON LICENSING) 5 June 2014 (2014-06-05) page 3, line 14 - line 24 page 14, line 10 - line 16 -----	1-16
Y	US 2014/140392 A1 (XU JUN [US] ET AL) 22 May 2014 (2014-05-22) paragraph [0140] - paragraph [0146] -----	3-5, 10-12
A	WO 2014/106746 A1 (CANON KK [JP]; CANON EUROPE LTD [GB]) 10 July 2014 (2014-07-10) page 27, line 20 - line 32 -----	1-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/064868

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2014082982 A1	05-06-2014	EP 2926557 A1 US 2015304656 A1 WO 2014082982 A1	07-10-2015 22-10-2015 05-06-2014
US 2014140392 A1	22-05-2014	NONE	
WO 2014106746 A1	10-07-2014	GB 2509901 A GB 2509998 A US 2015341638 A1 WO 2014106746 A1	23-07-2014 23-07-2014 26-11-2015 10-07-2014

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100134094

弁理士 倉持 誠

(74)代理人 100123629

弁理士 吹田 礼子

(72)発明者 ソロー, ドミニク

フランス国 エフ - 3 5 5 7 6 セゾン - セビニエ セーエス 1 7 6 1 6 アベニュー・デ・シ
ヤン - ブラン 9 7 5 テクニカラー・アール・アンド・デイー フランス内

(72)発明者 ル・ボンドウ, ミカエル

フランス国 エフ - 3 5 5 7 6 セゾン - セビニエ セーエス 1 7 6 1 6 アベニュー・デ・シ
ヤン - ブラン 9 7 5 テクニカラー・アール・アンド・デイー フランス内

(72)発明者 ボアタール, ローナン

フランス国 エフ - 3 5 5 7 6 セゾン - セビニエ セーエス 1 7 6 1 6 アベニュー・デ・シ
ヤン - ブラン 9 7 5 テクニカラー・アール・アンド・デイー フランス内

(72)発明者 アラン, マルタン

フランス国 エフ - 3 5 5 7 6 セゾン - セビニエ セーエス 1 7 6 1 6 アベニュー・デ・シ
ヤン - ブラン 9 7 5 テクニカラー・アール・アンド・デイー フランス内

Fターム(参考) 5C159 MA04 MA05 MA17 MA21 MA31 MC11 ME01 NN01 UA02 UA05

UA33