

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7681028号
(P7681028)

(45)発行日 令和7年5月21日(2025.5.21)

(24)登録日 令和7年5月13日(2025.5.13)

(51)国際特許分類

F I

H O 4 N 19/124 (2014.01) H O 4 N 19/124

H O 4 N 19/136 (2014.01) H O 4 N 19/136

H O 4 N 19/159 (2014.01) H O 4 N 19/159

請求項の数 15 (全78頁)

(21)出願番号	特願2022-546463(P2022-546463)	(73)特許権者	595020643
(86)(22)出願日	令和3年2月4日(2021.2.4)		クゥアルコム・インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2023-517467(P2023-517467 A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43)公表日	令和5年4月26日(2023.4.26)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9
(86)国際出願番号	PCT/US2021/016576		2121-1714、サン・ディエゴ、
(87)国際公開番号	WO2021/158765		モアハウス・ドライブ 5775
(87)国際公開日	令和3年8月12日(2021.8.12)	(74)代理人	110003708
審査請求日	令和6年1月5日(2024.1.5)		弁理士法人鈴榮特許総合事務所
(31)優先権主張番号	62/970,588	(74)代理人	100108855
(32)優先日	令和2年2月5日(2020.2.5)		弁理士 蔵田 昌俊
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100158805
(31)優先権主張番号	17/166,639		弁理士 井関 守三
(32)優先日	令和3年2月3日(2021.2.3)	(74)代理人	100112807
	最終頁に続く		弁理士 岡田 貴志
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ビデオ圧縮のための低複雑度適応量子化

(57)【特許請求の範囲】
【請求項1】

ビデオデータを符号化する方法であって、

ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することと、ここにおいて、ビデオデータの前記ブロックは、スケーリング係数によってスケーリングされた前記ブロックの変換係数である複数のスケーリングされた変換係数を備え、スケーリングされた変換係数の前記グループは、前記ブロックの前記複数のスケーリングされた変換係数のサブセットであり、前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロックのスライスタイプ、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズ、またはビデオデータの前記ブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示、のうちの1つまたは複数を含む、

量子化オフセットパラメータの前記セットの各量子化オフセットパラメータをスケーリングされた変換係数の前記グループのそれぞれのスケーリングされた変換係数と合計し、各生じる和を整数値に切り捨てることによって、ビデオデータの前記ブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化することと、

ビデオデータの前記ブロックのための前記量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成することと、

を備える方法。

【請求項 2】

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することは、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットから、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択すること、

を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択することは、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループに関連付けられたインデックスを決定することと、

スケーリングされた変換係数の前記グループに関連付けられた前記インデックスを使用して、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するために量子化オフセットパラメータの前記複数のセットに索引付けることと、

を備える、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

スケーリングされた変換係数の前記グループは、ビデオデータの前記ブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロック内の前記サブブロックのロケーションと、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズとを備える、

請求項 2 に記載の方法。

【請求項 5】

量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択することは、

ビデオデータの前記ブロックの前記サブブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループのスケーリングされた変換係数値を使用せずに、量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択すること、

を備える、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することは、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの前記セットのパラメータ化のためのパラメータのセットを決定することと、パラメータの前記セットは、量子化オフセットパラメータの前記セットよりも小さなサイズを有し、量子化オフセットパラメータの前記セットのパラメータ化のためのパラメータの前記セットは、値 p_0 および p_1 を有する 2 次元パラメータベクトルであり、量子化オフセットパラメータの前記セットよりも小さなサイズを有するパラメータの前記セットに基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することと、ここにおいて、量子化オフセットパラメータの前記決定されたセットは、 $n = 0, 1, 2, \dots, P-1$ に対する要素 v_n を備える P 次元ベクトルであり、 v_n の前記値は、式

【数 1】

$$\frac{1}{2} - p_0 \cdot 2^{-p_1 n}.$$

10

20

30

40

50

によって与えられる、

を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することは、

ニューラルネットワークを使用して、ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することと、

分類技法または回帰技法のうちの少なくとも 1 つを使用して、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することと、

をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

スケーリングされた変換係数の前記グループは、ビデオデータの前記ブロックのそれぞれのサブブロックに各々関連付けられた、スケーリングされた変換係数の複数のグループのうちの 1 つであり、

量子化オフセットパラメータの対応するセットは、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループの各々に対して決定され、

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化することは、スケーリングされた変換係数のグループに対して決定された量子化オフセットパラメータの前記対応するセットに基づいて、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループの各々を量子化することを含む、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することは、

エントロピーコーディングを介して決定された 1 つまたは複数のビットコスト推定を使用せずに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定すること、

を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

ビデオデータを符号化するためのデバイスであって、

メモリと、

前記メモリと通信している処理回路と、

を備え、前記処理回路は、

ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し、ここにおいて、ビデオデータの前記ブロックは、スケーリング係数によってスケーリングされた前記ブロックの変換係数である複数のスケーリングされた変換係数を備え、スケーリングされた変換係数の前記グループは、前記ブロックの前記複数のスケーリングされた変換係数のサブセットであり、前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロックのスライスタイプ、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズ、またはビデオデータの前記ブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示、のうちの 1 つまたは複数を含む、

量子化オフセットパラメータの前記セットの各量子化オフセットパラメータをスケーリングされた変換係数の前記グループのそれぞれのスケーリングされた変換係数と合計し、各生じる和を整数値に切り捨てることによって、ビデオデータの前記ブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化し、

ビデオデータの前記ブロックのための前記量子化された変換係数に少なくとも部分的

10

20

30

40

50

に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成する、
ように構成されるデバイス。

【請求項 1 1】

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するために、前記処理回路は、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットから、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択する、

ようにさらに構成される、請求項 1 0 に記載のデバイス。

【請求項 1 2】

量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するために、前記処理回路は、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループに関連付けられたインデックスを決定し、

スケーリングされた変換係数の前記グループに関連付けられた前記インデックスを使用して、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するために量子化オフセットパラメータの複数のセットに索引付ける、

ようにさらに構成される、請求項 1 1 に記載のデバイス。

【請求項 1 3】

スケーリングされた変換係数の前記グループは、ビデオデータの前記ブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロック内の前記サブブロックのロケーションと、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズとを備える、

請求項 1 1 に記載のデバイス。

【請求項 1 4】

前記デバイスは、カメラ、コンピュータ、またはモバイルデバイスのうちの 1 つまたは複数を用意する、請求項 1 3 に記載のデバイス。

【請求項 1 5】

命令を記憶したコンピュータ可読記憶媒体であって、前記命令は、1 つまたは複数のプロセッサによって実行されたとき、前記 1 つまたは複数のプロセッサに、請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の方法を実行させる、コンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【優先権の主張】

【0 0 0 1】

[0001]本出願は、その各々の内容全体が参照により本明細書に組み込まれる、2021 年 2 月 3 日に提出された米国出願第 17 / 1 6 6 , 6 3 9 号、および 2020 年 2 月 5 日に提出された米国仮出願第 6 2 / 9 7 0 , 5 8 8 号の優先権を主張する。2021 年 2 月 3 日に提出された米国出願第 17 / 1 6 6 , 6 3 9 号は、2020 年 2 月 5 日に提出された米国仮出願第 6 2 / 9 7 0 , 5 8 8 号の利益を主張する。

【技術分野】

【0 0 0 2】

[0002]本開示は、ビデオ符号化およびビデオ復号に関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

[0003]デジタルビデオ能力は、デジタルテレビジョン、デジタルダイレクトブロードキャストシステム、ワイヤレスブロードキャストシステム、携帯情報端末 (PDA)、ラップトップまたはデスクトップコンピュータ、タブレットコンピュータ、電子ブックリーダー

10

20

30

40

50

一、デジタルカメラ、デジタル記録デバイス、デジタルメディアプレーヤ、ビデオゲーミングデバイス、ビデオゲームコンソール、セルラー電話または衛星無線電話、いわゆる「スマートフォン」、ビデオ遠隔会議デバイス、ビデオストリーミングデバイスなどを含む、広範囲のデバイスに組み込まれ得る。デジタルビデオデバイスは、MPEG-2、MPEG-4、ITU-T H. 263、ITU-T H. 264/MPEG-4、Part 10、アドバンスドビデオコーディング（AVC）、ITU-T H. 265/高効率ビデオコーディング（HEVC）によって定義された規格、およびそのような規格の拡張に記載されているビデオコーディング技法など、ビデオコーディング技法を実装する。ビデオデバイスは、そのようなビデオコーディング技法を実装することによって、デジタルビデオ情報をより効率的に送信、受信、符号化、復号、および／または記憶し得る。

10

【0004】

[0004]ビデオコーディング技法は、ビデオシーケンスに固有の冗長性を低減または除去するための空間（ピクチャ内）予測および／または時間（ピクチャ間）予測を含む。ブロックベースのビデオコーディングでは、ビデオスライス（たとえば、ビデオピクチャまたはビデオピクチャの一部）が、コーディングツリーユニット（CTU）、コーディングユニット（CU）および／またはコーディングノードと呼ばれることもある、ビデオブロックに区分され得る。ピクチャのイントラコーディングされた（I）スライスの中のビデオブロックは、同じピクチャ中の近隣ブロックの中の参照サンプルに対する空間予測を使用して符号化される。ピクチャのインターコーディングされた（PまたはB）スライスの中のビデオブロックは、同じピクチャ中の隣接ブロックの中の参照サンプルに対する空間予測、または他の参照ピクチャ中の参照サンプルに対する時間予測を使用し得る。ピクチャはフレームと呼ばれることがあり、参照ピクチャは参照フレームと呼ばれることがある。

20

【発明の概要】

【0005】

[0005]概して、本開示は、変換係数を量子化するための量子化オフセットを決定することによって、ビデオを符号化するための変換係数の適応量子化のための技法について説明する。詳細には、量子化された変換係数のエントロピーコーディングのために決定された変換係数を最適に量子化するためのビットコスト推定に基づいて変換係数を量子化する代わりに、ビデオエンコーダは、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロック中の変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得、ほぼ最適な量子化された変換係数を生成するために、量子化オフセットパラメータのセットに基づいて変換係数のグループを量子化し得る。

30

【0006】

[0006]本開示の技法によれば、ビデオエンコーダは、ビデオデータのブロックの変換係数を変換係数のグループにスプリットし得る。ビデオエンコーダは、変換係数のグループの各々について、ビデオデータのブロックのスライスタイプ、および／またはビデオデータのブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示など、ビデオデータのブロックに関するサイド情報に基づいて、変換係数のグループに関連付けられた量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。ビデオエンコーダは、したがって、最良のオフセットの選択に基づく性能改善を伴い、変換係数のグループに関連付けられた量子化オフセットパラメータに基づいて、変換係数の各グループを量子化し得る。

40

【0007】

[0007]本開示の技法によって解決される技術的問題は、多くの算術コーディングコンテキストおよび複雑なコンテキスト選択規則により、現代のビデオエンコーダによって実施されるエントロピーコーディングが非常に複雑であり得ることに関係する。さらに、現代のビデオコーディングは、複数の経路内で変換係数を符号化し得る。たとえば、現代のビデオエンコーダにおけるエントロピーコーディングは、最高で5つの経路内で行われ得る。これは、変換係数を最適に量子化するためのビットコスト推定を計算および使用することを、各決定に対して、潜在的に複雑にし、計算的に高価にする。

【0008】

50

[0008]対照的に、変換係数を量子化するために量子化された変換係数のエントロピーコーディング中に決定された変換係数を量子化するためのビットコスト推定を利用することを控えることによって、本開示の技法は、変換係数を量子化することのより低い計算複雑度により、圧縮を改善し、それにより、ビデオエンコーダが、変換係数を量子化するためにより少数の処理サイクルを利用することを可能にする。さらに、本開示の技法は変換係数のグループ内の各変換係数を量子化するために使用される量子化オフセットの単一のセットを決定し得るため、本開示の技法は、ビデオエンコーダが変換係数のグループ内の変換係数を並列して量子化することを可能にする（たとえば、ビデオエンコーダは、変換係数の第2のグループ内の変換係数を量子化すると同時にまたは時間的に重複して、変換係数の第1のグループ内の変換係数を量子化し得る）。

10

【0009】

[0009]1つまたは複数のコンピュータのシステムは、動作中にシステムにアクションを実施させる、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア、またはこれらの組合せをシステム上にインストールさせることにより、特定の動作またはアクションを実施するように構成され得る。1つまたは複数のコンピュータプログラムは、データ処理装置によって実行されたとき、装置にアクションを実施させる命令を含めることによって、特定の動作またはアクションを実施するように構成され得る。

【0010】

[0010]1つの一般的な態様は、ビデオデータを復号する方法を含む。本方法は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することを含む。本方法は、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化することをさらに含む。本方法は、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成することをさらに含む。

20

【0011】

[0011]1つの一般的な態様は、ビデオデータを符号化するためのデバイスを含む。本デバイスはメモリを含む。本デバイスは、メモリと通信している処理回路をさらに含み、処理回路は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化し、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成するように構成される。

30

【0012】

[0012]1つの一般的な態様は、ビデオデータを復号するための装置を含む。本装置は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリング変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段を含む。本装置は、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化するための手段をさらに含む。本装置は、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成するための手段をさらに含む。

40

【0013】

[0013]1つの一般的な態様は、1つまたは複数のプロセッサによって実行されたとき、1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に

50

基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させ、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化させ、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成させる命令をその上に記憶したコンピュータ可読記憶媒体を含む。

【0014】

【0014】1つまたは複数の例の詳細が添付の図面および以下の説明に記載される。他の特徴、目的、および利点は、説明、図面、および特許請求の範囲から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】【0015】本開示の技法を実施し得る例示的なビデオ符号化および復号システムを示すブロック図。

【図2A】【0016】例示的な4分木2分木（QTBT）構造を示す概念図。

【図2B】対応するコーディングツリーユニット（CTU）を示す概念図。

【図3A】【0017】適応および／またはレートひずみ最適量子化のためのビデオコーディングシステムを示す図。

【図3B】【0018】本開示の技法による、ブロック分類および量子化オフセットパラメータの1つまたは複数のセットに基づく低複雑度適応量子化のためのビデオコーディングシステムを示す図。

【図4】【0019】本開示の技法による、量子化オフセットパラメータのセットを使用した適応量子化の並列実装を示す図。

【図5】【0020】レートひずみコストを近似するためのサインビット隠蔽のための係数を示す図。

【図6】【0021】本開示の技法による、量子化オフセットパラメータを決定するための技法を示す図。

【図7】【0022】ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーションを識別するためのコードの例を示す図。

【図8】【0023】本開示の技法を実施し得る例示的なビデオエンコーダを示すブロック図。

【図9】【0024】本開示の技法を実施し得る例示的なビデオデコーダを示すブロック図。

【図10】【0025】現在ブロックを符号化するための例示的な方法を示すフローチャート。

【図11】【0026】ビデオデータの現在ブロックを復号するための例示的な方法を示すフローチャート。

【図12】【0027】本開示の技法による、ビデオデータを符号化する方法を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0016】

【0028】図1は、本開示の技法を実施し得る例示的なビデオ符号化および復号システム100を示すブロック図である。本開示の技法は、概して、ビデオデータをコーディング（符号化および／または復号）することを対象とする。概して、ビデオデータは、ビデオを処理するための何らかのデータを含む。したがって、ビデオデータは、生の符号化されていないビデオ、符号化されたビデオ、復号された（たとえば、再構築された）ビデオ、およびシグナリングデータなどのビデオメタデータを含み得る。

【0017】

【0029】図1に示されているように、システム100は、この例では、宛先デバイス116によって復号および表示されるべき、符号化されたビデオデータを提供するソースデバイス102を含む。詳細には、ソースデバイス102は、コンピュータ可読媒体110を介して、宛先デバイス116にビデオデータを提供する。ソースデバイス102および宛先デバイス116は、デスクトップコンピュータ、ノートブック（すなわち、ラップトップ

10

20

30

40

50

プ) コンピュータ、モバイルデバイス、タブレットコンピュータ、セットトップボックス、スマートフォンなどの電話ハンドセット、テレビジョン、カメラ、ディスプレイデバイス、デジタルメディアプレーヤ、ビデオゲームコンソール、ビデオストリーミングデバイス、ブロードキャスト受信機デバイスなどを含む、広範囲にわたるデバイスのいずれかを備え得る。場合によっては、ソースデバイス102および宛先デバイス116は、ワイヤレス通信のために装備され得、したがって、ワイヤレス通信デバイスと呼ばれることがある。

【0018】

【0030】図1の例では、ソースデバイス102は、ビデオソース104と、メモリ106と、ビデオエンコーダ200と、出力インターフェース108とを含む。宛先デバイス116は、入力インターフェース122と、ビデオデコーダ300と、メモリ120と、ディスプレイデバイス118とを含む。本開示によれば、ソースデバイス102のビデオエンコーダ200および宛先デバイス116のビデオデコーダ300は、変換係数を量子化するための技法を適用するように構成され得る。したがって、ソースデバイス102はビデオ符号化デバイスの一例を表し、宛先デバイス116はビデオ復号デバイスの一例を表す。他の例では、ソースデバイスおよび宛先デバイスは、他の構成要素または配置を含み得る。たとえば、ソースデバイス102は、外部カメラなどの外部ビデオソースからビデオデータを受信し得る。同様に、宛先デバイス116は、一体型ディスプレイデバイスを

【0019】

【0031】図1に示されているシステム100は、一例にすぎない。概して、いかなるデジタルビデオ符号化および／または復号デバイスも、変換係数を量子化するための技法を実施し得る。ソースデバイス102および宛先デバイス116は、ソースデバイス102が宛先デバイス116への送信のためにコーディングされたビデオデータを生成するようなコーディングデバイスの例にすぎない。本開示では、データのコーディング（符号化および／または復号）を実施するデバイスとして「コーディング」デバイスに言及する。したがって、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、コーディングデバイス、特に、それぞれビデオエンコーダおよびビデオデコーダの例を表す。いくつかの例では、ソースデバイス102および宛先デバイス116は、ソースデバイス102および宛先デバイス116の各々がビデオ符号化および復号構成要素を含むように、実質的に対称的に動作し得る。したがって、システム100は、たとえば、ビデオストリーミング、ビデオ再生、ビデオブロードキャスト、またはビデオテレフォニーのために、ソースデバイス102と宛先デバイス116との間の一方向または双方向のビデオ送信をサポートし得る。

【0020】

【0032】概して、ビデオソース104は、ビデオデータ（すなわち、生の符号化されていないビデオデータ）のソースを表し、ビデオデータの連続的な一連のピクチャ（「フレーム」とも呼ばれる）をビデオエンコーダ200に提供し、ビデオエンコーダ200は、ピクチャのためにデータを符号化する。ソースデバイス102のビデオソース104は、ビデオカメラ、以前にキャプチャされた生のビデオを含んでいるビデオアーカイブ、および／またはビデオコンテンツプロバイダからビデオを受信するためのビデオフィードインターフェースなど、ビデオキャプチャデバイスを含み得る。さらなる代替として、ビデオソース104は、ソースビデオとしてのコンピュータグラフィックススペースのデータ、またはライブビデオとアーカイブされたビデオとコンピュータ生成されたビデオとの組合せを生成し得る。各場合において、ビデオエンコーダ200は、キャプチャされたビデオデータ、プリキャプチャされたビデオデータ、またはコンピュータ生成されたビデオデータを符号化する。ビデオエンコーダ200は、ピクチャを、（「表示順序」と呼ばれることがある）受信順序から、コーディングのためのコーディング順序に並べ替え得る。ビデオエンコーダ200は、符号化されたビデオデータを含むビットストリームを生成し得る。ソースデバイス102は、次いで、たとえば、宛先デバイス116の入力インターフェース

122による受信および／または取出しのために、出力インターフェース108を介して符号化されたビデオデータをコンピュータ可読媒体110上に出し得る。

【0021】

[0033]ソースデバイス102のメモリ106および宛先デバイス116のメモリ120は、汎用メモリを表す。いくつかの例では、メモリ106、120は、生のビデオデータ、たとえば、ビデオソース104からの生のビデオ、およびビデオデコーダ300からの生の復号されたビデオデータを記憶し得る。追加または代替として、メモリ106、120は、たとえば、それぞれ、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300によって実行可能なソフトウェア命令を記憶し得る。メモリ106およびメモリ120は、この例ではビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300とは別個に示されているが、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、機能的に同様のまたは等価な目的で内部メモリをも含み得ることを理解されたい。さらに、メモリ106、120は、符号化されたビデオデータ、たとえば、ビデオエンコーダ200からの出力、およびビデオデコーダ300への入力を記憶し得る。いくつかの例では、メモリ106、120の部分は、たとえば、生の復号および／または符号化されたビデオデータを記憶するために、1つまたは複数のビデオバッファとして割り振られ得る。

【0022】

[0034]コンピュータ可読媒体110は、ソースデバイス102から宛先デバイス116に符号化されたビデオデータを移送することが可能な任意のタイプの媒体またはデバイスを表し得る。一例では、コンピュータ可読媒体110は、ソースデバイス102が、たとえば、無線周波数ネットワークまたはコンピュータベースのネットワークを介して、符号化されたビデオデータを宛先デバイス116にリアルタイムで直接送信することを可能にするための通信媒体を表す。出力インターフェース108は、符号化されたビデオデータを含む送信信号を変調し得、入力インターフェース122は、ワイヤレス通信プロトコルなどの通信規格に従って、受信された送信信号を復調し得る。通信媒体は、無線周波数(RF)スペクトルまたは1つもしくは複数の物理伝送線路などの、任意のワイヤレスまたは有線の通信媒体を備えてよい。通信媒体は、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、またはインターネットなどのグローバルネットワークなど、パケットベースネットワークの一部を形成し得る。通信媒体は、ルータ、スイッチ、基地局、またはソースデバイス102から宛先デバイス116への通信を容易にするために有用であり得る任意の他の機器を含んでよい。

【0023】

[0035]いくつかの例では、ソースデバイス102は、出力インターフェース108から記憶デバイス112に符号化されたデータを出力し得る。同様に、宛先デバイス116は、入力インターフェース122を介して記憶デバイス112から符号化されたデータにアクセスし得る。記憶デバイス112は、ハードドライブ、Blu-ray（登録商標）ディスク、DVD、CD-ROM、フラッシュメモリ、揮発性もしくは不揮発性メモリ、または符号化されたビデオデータを記憶するための任意の他の好適なデジタル記憶媒体などの、様々な分散されたまたはローカルにアクセスされるデータ記憶媒体のいずれかを含み得る。

【0024】

[0036]いくつかの例では、ソースデバイス102は、ソースデバイス102によって生成された符号化されたビデオデータを記憶し得るファイルサーバ114または別の中間記憶デバイスに符号化されたビデオデータを出力し得る。宛先デバイス116は、ストリーミングまたはダウンロードを介してファイルサーバ114からの記憶されたビデオデータにアクセスし得る。ファイルサーバ114は、符号化されたビデオデータを記憶し、その符号化されたビデオデータを宛先デバイス116に送信することが可能な任意のタイプのサーバデバイスであり得る。ファイルサーバ114は、（たとえば、ウェブサイト用の）ウェブサーバ、ファイル転送プロトコル(FTP)サーバ、コンテンツ配信ネットワークデバイス、またはネットワーク接続ストレージ(NAS)デバイスを表し得る。宛先デバ

イス 116 は、インターネット接続を含む任意の標準的なデータ接続を通してファイルサーバ 114 から符号化されたビデオデータにアクセスし得る。これは、ファイルサーバ 114 上に記憶された、符号化されたビデオデータにアクセスするのに好適であるワイヤレスチャネル（たとえば、W i - F i （登録商標）接続）、ワイヤード接続（たとえば、デジタル加入者回線（D S L）、ケーブルモデムなど）、またはその両方の組合せを含み得る。ファイルサーバ 114 および入力インターフェース 122 は、ストリーミング送信プロトコル、ダウンロード送信プロトコル、またはそれらの組合せに従って動作するように構成され得る。

【0025】

[0037]出力インターフェース 108 および入力インターフェース 122 は、ワイヤレス送信機／受信機、モデム、ワイヤードネットワーク構成要素（たとえば、イーサネット（登録商標）カード）、様々な I E E E 802.11 規格のいずれかに従って動作するワイヤレス通信構成要素、または他の物理的構成要素を表し得る。出力インターフェース 108 および入力インターフェース 122 がワイヤレス構成要素を備える例では、出力インターフェース 108 および入力インターフェース 122 は、4 G、4 G - L T E （登録商標）（ロングタームエボリューション）、L T E アドバンスド、5 G など、セルラー通信規格に従って、符号化されたビデオデータなどのデータを転送するように構成され得る。出力インターフェース 108 がワイヤレス送信機を備えるいくつかの例では、出力インターフェース 108 および入力インターフェース 122 は、I E E E 802.11 仕様、I E E E 802.15 仕様（たとえば、Z i g B e e （登録商標））、B l u e t o o t h （登録商標）規格など、他のワイヤレス規格に従って、符号化されたビデオデータなどのデータを転送するように構成され得る。いくつかの例では、ソースデバイス 102 および／または宛先デバイス 116 は、それぞれのシステムオンチップ（S o C）デバイスを含み得る。たとえば、ソースデバイス 102 は、ビデオエンコーダ 200 および／または出力インターフェース 108 に帰属される機能を実施するための S o C デバイスを含み得る、宛先デバイス 116 は、ビデオデコーダ 300 および／または入力インターフェース 122 に帰属される機能を実施するための S o C デバイスを含み得る。

【0026】

[0038]本開示の技法は、オーバージエアテレビジョン放送、ケーブルテレビジョン送信、衛星テレビジョン送信、動的適応ストリーミングオーバー H T T P （D A S H）などのインターネットストリーミングビデオ送信、データ記憶媒体上に符号化されたデジタルビデオ、データ記憶媒体上に記憶されたデジタルビデオの復号、または他の適用例など、様々なマルチメディア適用例のいずれかをサポートするビデオコーディングに適用され得る。

【0027】

[0039]宛先デバイス 116 の入力インターフェース 122 は、コンピュータ可読媒体 110（たとえば、通信媒体、記憶デバイス 112、ファイルサーバ 114 など）から符号化されたビデオビットストリームを受信する。符号化されたビデオビットストリームは、ビデオブロックまたは他のコーディングされたユニット（たとえば、スライス、タイル、ブリック、ピクチャ、ピクチャグループ、シーケンスなど）の特性および／または処理を記述する値を有するシンタックス要素など、ビデオデコーダ 300 によっても使用される、ビデオエンコーダ 200 によって定義されるシグナリング情報を含み得る。ディスプレイデバイス 118 は、復号されたビデオデータの復号されたピクチャをユーザに表示する。ディスプレイデバイス 118 は、液晶ディスプレイ（L C D）、プラズマディスプレイ、有機発光ダイオード（O L E D）ディスプレイ、または別のタイプのディスプレイデバイスなど、様々なディスプレイデバイスのいずれかを表し得る。

【0028】

[0040]図 1 には示されていないが、いくつかの例では、ビデオエンコーダ 200 およびビデオデコーダ 300 は各々、オーディオエンコーダおよび／またはオーディオデコーダと統合され得、共通のデータストリーム中にオーディオとビデオの両方を含む多重化ストリームをハンドリングするために、適切な M U X - D E M U X ユニット、または他のハー

10

20

30

40

50

ドウェアおよび／もしくはソフトウェアを含み得る。適用可能な場合、MUX-DEMUXユニットは、ITU-T H. 223マルチプレクサプロトコル、またはユーザデータグラムプロトコル(UDP)などの他のプロトコルに準拠し得る。

【0029】

[0041]ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は各々、1つもしくは複数のマイクロプロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、個別論理、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェアまたはそれらの任意の組合せなど、様々な好適なエンコーダ回路および／またはデコーダ回路のいずれかとして実装され得る。本技法が部分的にソフトウェアで実装されるとき、デバイスは、好適な非一時的コンピュータ可読媒体にソフトウェアの命令を記憶し、本開示の技法を実施するために1つまたは複数のプロセッサを使用してその命令をハードウェアで実行し得る。ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300の各々は、1つまたは複数のエンコーダまたはデコーダ内に含まれ得、それらのいずれかが、それぞれのデバイス中の複合エンコーダ／デコーダ(CODEC)の一部として統合され得る。ビデオエンコーダ200および／またはビデオデコーダ300を含むデバイスは、集積回路、マイクロプロセッサ、および／または携帯電話などのワイヤレス通信デバイスを備えてもよい。

【0030】

[0042]ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、高効率ビデオコーディング(HEVC)とも呼ばれるITU-T H. 265、またはマルチビューおよび／もしくはスケーラブルビデオコーディング拡張などのそれらの拡張などの、ビデオコーディング規格に従って動作し得る。代替的に、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、汎用ビデオコーディング(VVC)とも呼ばれるITU-T H. 266など、他のプロプライエタリ規格または業界規格に従って動作し得る。VVC規格の最近のドラフトは、<https://jvet-experts.org/>の下で入手可能な、Brossら、「Versatile Video Coding (Draft 10)」、ITU-T SG16 WP3とISO/IEC JTC1/SC29/WG11とのジョイントビデオエキスパートチーム(JVET)、第18回会合：遠隔会議による、2020年6月22日～7月1日、JVET-S2001-vA(以下では「VVC Draft 10」)に記載されている。ただし、本開示の技法は、いかなる特定のコーディング規格にも限定されない。

【0031】

[0043]概して、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、ピクチャのブロックベースコーディングを実施し得る。「ブロック」という用語は、概して、処理されるべき(たとえば、符号化されるべき、復号されるべき、または、符号化および／もしくは復号プロセスにおいて他の方法で使用されるべき)データを含む構造を指す。たとえば、ブロックは、ルミナンスおよび／またはクロミナンスデータのサンプルの2次元行列を含み得る。概して、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、YUV(たとえば、Y、Cb、Cr)フォーマットで表されるビデオデータをコーディングし得る。すなわち、ピクチャのサンプルのために赤色、緑色、および青色(RGB)データをコーディングするのではなく、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、ルミナンス成分とクロミナンス成分とをコーディングし得、ここで、クロミナンス成分は、赤色相と青色相の両方のクロミナンス成分を含み得る。いくつかの例では、ビデオエンコーダ200は、符号化より前に、受信されたRGBフォーマットのデータをYUV表現に変換し、ビデオデコーダ300は、YUV表現をRGBフォーマットに変換する。代替的に、前処理および後処理ユニット(図示せず)が、これらの変換を実施し得る。ただし、本開示の技法は、YUV表現に限定されず、3色成分を用いたRGB表現に適用され得る。

【0032】

[0044]本開示は、概して、ピクチャのデータを符号化または復号するプロセスを含むように、ピクチャのコーディング(たとえば、符号化および復号)に言及することがある。

同様に、本開示は、ブロックのためのデータを符号化または復号するプロセス、たとえば、予測および／または残差コーディングを含むように、ピクチャのブロックのコーディングに言及することがある。符号化されたビデオビットストリームは、概して、コーディング決定（たとえば、コーディングモード）とブロックへのピクチャの区分とを表すシンタックス要素のための一連の値を含む。したがって、ピクチャまたはブロックをコーディングすることへの言及は、概して、ピクチャまたはブロックを形成するシンタックス要素についての値をコーディングすることとして理解されるべきである。

【0033】

【0045】H E V Cは、コーディングユニット（C U）、予測ユニット（P U）、および変換ユニット（T U）を含む、様々なブロックを定義する。H E V Cに従って、（ビデオエンコーダ200などの）ビデオコードは、4分木構造に従ってコーディングツリーユニット（C T U）をC Uに区分する。すなわち、ビデオコードは、C T UとC Uとを4つの等しい重複しない正方形に区分し、4分木の各ノードは、0個または4つのいずれかの子ノードを有する。子ノードなしのノードは、「リーフノード」と呼ばれることがあり、そのようなリーフノードのC Uは、1つもしくは複数のP Uおよび／または1つもしくは複数のT Uを含み得る。ビデオコードは、P UとT Uとをさらに区分し得る。たとえば、H E V Cでは、残差4分木（R Q T）はT Uの区分を表す。H E V Cでは、P Uはインター予測データを表すが、T Uは残差データを表す。イントラ予測されるC Uは、イントラモード指示などのイントラ予測情報を含む。

【0034】

【0046】別の例として、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、V V Cに従って動作するように構成され得る。V V Cに従って、（ビデオエンコーダ200などの）ビデオコードは、ピクチャを複数のコーディングツリーユニット（C T U）に区分する。ビデオエンコーダ200は、4分木2分木（Q T B T）構造またはマルチタイプツリー（M T T）構造などの、木構造に従ってC T Uを区分し得る。Q T B T構造は、H E V CのC UとP UとT Uの区別などの、複数の区分タイプ概念を除去する。Q T B T構造は、4分木区分に従って区分される第1のレベル、および2分木区分に従って区分される第2のレベルという、2つのレベルを含む。Q T B T構造のルートノードは、C T Uに対応する。2分木のリーフノードは、コーディングユニット（C U）に対応する。

【0035】

【0047】M T T区分構造では、ブロックは、4分木（Q T）区分と、2分木（B T）区分と、1つまたは複数のタイプの3分木（T T：triple tree）（3元木（T T：ternary tree）とも呼ばれる）区分とを使用して区分され得る。3分木または3元木区分は、ブロックが3つのサブブロックにスプリットされる区分である。いくつかの例では、3分木または3元木区分は、中心を通して元のブロックを分割することなしにブロックを3つのサブブロックに分割する。M T Tにおける区分タイプ（たとえば、Q T、B T、およびT T）は、対称または非対称であり得る。

【0036】

【0048】いくつかの例では、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、ルミナンス成分およびクロミナンス成分の各々を表すために単一のQ T B TまたはM T T構造を使用し得、他の例では、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、ルミナンス成分のための1つのQ T B T／M T T構造、および両方のクロミナンス成分のための別のQ T B T／M T T構造（またはそれぞれのクロミナンス成分のための2つのQ T B T／M T T構造）など、2つ以上のQ T B TまたはM T T構造を使用し得る。

【0037】

【0049】ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、H E V Cによる4分木区分、Q T B T区分、M T T区分、または他の区分構造を使用するように構成され得る。説明の目的で、本開示の技法の説明はQ T B T区分に関して提示される。しかしながら、本開示の技法は、4分木区分、または同様に他のタイプの区分を使用するように構成されたビデオコードにも適用され得ることを理解されたい。

【0038】

[0050]いくつかの例では、CTUは、ルーマサンプルのコーディングツリーブロック（CTB）、3つのサンプルアレイを有するピクチャのクロマサンプルの2つの対応するCTB、またはモノクロームピクチャ、もしくはサンプルをコーディングするために使用される3つの別個の色平面とシンタックス構造とを使用してコーディングされるピクチャのサンプルのCTBを含む。CTBは、CTBへの成分の分割が区分になるような何らかの値のNについて、サンプルの $N \times N$ ブロックであり得る。成分は、ピクチャを4:2:0、4:2:2、もしくは4:4:4色フォーマットに構成する3つのアレイ（ルーマおよび2つのクロマ）のうちの1つからのアレイもしくは単一のサンプル、またはピクチャをモノクロームフォーマットに構成するアレイもしくはアレイの単一のサンプルである。いくつかの例では、コーディングブロックは、コーディングブロックへのCTBの分割が区分になるような何らかの値のMとNとについて、サンプルの $M \times N$ ブロックである。

10

【0039】

[0051]ブロック（たとえば、CTUまたはCU）は、ピクチャ中で様々な方法でグループ化され得る。一例として、ブリックは、ピクチャ中の特定のタイル内のCTU行の長方形領域を指し得る。タイルは、ピクチャ中の特定のタイル列内および特定のタイル行内のCTUの長方形領域であり得る。タイル列は、ピクチャの高さに等しい高さで、（たとえば、ピクチャパラメータセットの中などにある）シンタックス要素によって指定された幅とを有するCTUの長方形領域を指す。タイル行は、（たとえば、ピクチャパラメータセットの中などにある）シンタックス要素によって指定された高さで、ピクチャの幅に等しい幅とを有するCTUの長方形領域を指す。

20

【0040】

[0052]いくつかの例では、タイルは複数のブリックに区分され得、それらの各々は、タイル内に1つまたは複数のCTU行を含み得る。複数のブリックに区分されないタイルもブリックと呼ばれることがある。しかしながら、タイルの真のサブセットであるブリックは、タイルと呼ばれないことがある。

【0041】

[0053]ピクチャ中のブリックはまた、スライス中に配置され得る。スライスは、もっぱら単一のネットワークアブストラクションレイヤ（NAL）ユニット中に含まれていることがあるピクチャの整数個のブリックであり得る。いくつかの例では、スライスは、いくつかの完全なタイル、または1つのタイルの完全なブリックの連続シーケンスのみのいずれかを含む。

30

【0042】

[0054]本開示では、たとえば、 16×16 サンプルまたは16掛ける16のサンプルなど、垂直および水平寸法に関して、（CUまたは他のビデオブロックなどの）ブロックのサンプル寸法を参照するために「 $N \times N$ 」と「N掛けるN（N by N）」とを互換的に使用し得る。概して、 16×16 のCUは、垂直方向に16個のサンプルを有し（ $y = 16$ ）、水平方向に16個のサンプルを有する（ $x = 16$ ）。同様に、 $N \times N$ のCUは、概して、垂直方向にN個のサンプルを有し、水平方向にN個のサンプルを有し、ここで、Nは非負整数値を表す。CUの中のサンプルは、行および列に配置され得る。その上、CUは、必ずしも、水平方向において垂直方向と同じ数のサンプルを有するとは限らない。たとえば、CUは $N \times M$ サンプルを備えてもよく、ここで、Mは必ずしもNに等しくない。

40

【0043】

[0055]ビデオエンコーダ200は、予測および／または残差情報、ならびに他の情報を表す、CUのためのビデオデータを符号化する。予測情報は、CUのための予測ブロックを形成するためにCUがどのように予測されるべきかを示す。残差情報は、概して、符号化より前のCUのサンプルと予測ブロックとの間のサンプルごとの差分を表す。

【0044】

[0056]CUを予測するために、ビデオエンコーダ200は、概して、インター予測またはイントラ予測を通してCUについて予測ブロックを形成し得る。インター予測は、概し

50

て、以前にコーディングされたピクチャのデータからCUを予測することを指すが、イントラ予測は、概して、同じピクチャの以前にコーディングされたデータからCUを予測することを指す。インター予測を実施するために、ビデオエンコーダ200は、1つまたは複数の動きベクトルを使用して予測ブロックを生成し得る。ビデオエンコーダ200は、概して、たとえば、CUと参照ブロックとの間の差分に関して、CUにぴったり一致する参照ブロックを識別するために動き探索を実施し得る。ビデオエンコーダ200は、参照ブロックが現在のCUにぴったり一致するかどうかを決定するために、絶対差分和(SAD)、2乗差分和(SSD)、平均絶対差(MAD)、平均2乗差(MSD)、または他のそのような差分計算を使用して差分メトリックを計算し得る。いくつかの例では、ビデオエンコーダ200は、単方向予測または双方向予測を使用して現在のCUを予測し得る。
【0045】

10

【0057】VVCのいくつかの例はまた、インター予測モードと見なされ得るアフィン動き補償モードを提供する。アフィン動き補償モードでは、ビデオエンコーダ200は、ズームインもしくはアウト、回転、パースペクティブの動き、または他の変則の動きタイプなど、非並進の動きを表す2つ以上の動きベクトルを決定し得る。

【0046】

【0058】イントラ予測を実施するために、ビデオエンコーダ200は、予測ブロックを生成するようにイントラ予測モードを選択し得る。VVCのいくつかの例は、様々な方向性モード、ならびに平面モードおよびDCモードを含む、67個のイントラ予測モードを提供する。概して、ビデオエンコーダ200は、現在ブロック(たとえば、CUのブロック)のサンプルをそれから予測すべき、現在ブロックに対する近隣サンプルを記述するイントラ予測モードを選択する。そのようなサンプルは、ビデオエンコーダ200がラスタ走査順序で(左から右に、上から下に)CTUとCUとをコーディングすると仮定すると、概して、現在ブロックと同じピクチャ中の現在ブロックの上方、上方および左側、または左側にあり得る。

20

【0047】

【0059】ビデオエンコーダ200は、現在ブロックについて予測モードを表すデータを符号化する。たとえば、インター予測モードでは、ビデオエンコーダ200は、様々な利用可能なインター予測モードのうちのどれが使用されるか、ならびに対応するモードの動き情報を表すデータを符号化し得る。たとえば、単方向または双方向インター予測では、ビデオエンコーダ200は、高度動きベクトル予測(AMVP)またはマージモードを使用して動きベクトルを符号化し得る。ビデオエンコーダ200は、アフィン動き補償モードのための動きベクトルを符号化するために、同様のモードを使用し得る。

30

【0048】

【0060】ブロックのイントラ予測またはインター予測などの予測に続いて、ビデオエンコーダ200は、ブロックについて残差データを計算し得る。残差ブロックなどの残差データは、ブロックと、対応する予測モードを使用して形成された、ブロックのための予測ブロックとの間の、サンプルごとの差分を表す。ビデオエンコーダ200は、サンプル領域ではなく変換領域中に変換されたデータの、変換ブロック(TB)または変換係数ブロックなど、ブロックを作り出すために、残差ブロックに1つまたは複数の変換を適用し得る。たとえば、ビデオエンコーダ200は、離散コサイン変換(DCT)、整数変換、ウェーブレット変換、または概念的に同様の変換を残差ビデオデータに適用し得る。さらに、ビデオエンコーダ200は、第1の変換に続いて、モード依存非分離可能2次変換(MDNST: mode-dependent non-separable secondary transform)、信号依存変換、カラーネンレーベ変換(KLT)などの2次変換を適用し得る。ビデオエンコーダ200は、1つまたは複数の変換の適用に続いて変換係数を作り出す。

40

【0049】

【0061】上述のように、変換係数を作り出すための任意の変換に続いて、ビデオエンコーダ200は、変換係数の量子化を実施し得る。量子化は、概して、変換係数を表すために使用されるデータの量をできるだけ低減するために変換係数が量子化され、さらなる圧縮

50

を行うプロセスを指す。量子化プロセスを実施することによって、ビデオエンコーダ 200 は、変換係数の一部またはすべてに関連付けられたビット深度を低減し得る。たとえば、ビデオエンコーダ 200 は、量子化の間に n ビット値を m ビット値に切り捨てることがあり、ここで、 n は m よりも大きい。いくつかの例では、量子化を実施するために、ビデオエンコーダ 200 は、量子化されるべき値のビットごとの右シフトを実施し得る。

【0050】

[0062] 本開示の態様によれば、ビデオエンコーダ 200 は、変換ブロックなど、ピクセルまたはサンプルのブロックのための変換係数を変換係数のブロックにスプリットし得る。ビデオエンコーダ 200 は、変換係数の各グループに関して、ビデオピクセルまたはサンプルのブロックに関するサイド情報に基づいて、変換係数のグループに関連付けられた量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。ビデオエンコーダ 200 は、変換係数のそれぞれのグループに関連付けられた量子化オフセットパラメータのセットに基づいて変換係数の各グループを量子化し得る。

【0051】

[0063] 量子化に続いて、ビデオエンコーダ 200 は、変換係数を走査して、量子化された変換係数を含む 2 次元行列から 1 次元ベクトルを作り出し得る。走査は、より高いエネルギー（したがって、より低い頻度）の変換係数をベクトルの前方に配置し、より低いエネルギー（したがって、より高い頻度）の変換係数をベクトルの後方に配置するように設計され得る。いくつかの例では、ビデオエンコーダ 200 は、量子化された変換係数を走査してシリアル化されたベクトルを作り出すために、あらかじめ定義された走査順序を利用し、次いで、ベクトルの量子化された変換係数をエントロピー符号化し得る。他の例では、ビデオエンコーダ 200 は、適応型走査を実施し得る。1 次元ベクトルを形成するために、量子化された変換係数を走査した後に、ビデオエンコーダ 200 は、たとえば、コンテキスト適応型バイナリ算術コーディング（CABAC）に従って、1 次元ベクトルをエントロピー符号化し得る。ビデオエンコーダ 200 はまた、ビデオデータを復号する際のビデオデコーダ 300 による使用のために、符号化されたビデオデータに関連付けられたメタデータを記述するシンタックス要素についての値をエントロピー符号化し得る。

【0052】

[0064] CABAC を実行するために、ビデオエンコーダ 200 は、コンテキストモデル内のコンテキストを、送信されるべきシンボルに割り当て得る。コンテキストは、たとえば、シンボルの隣接値が 0 値であるのかどうかに関係し得る。確率決定は、シンボルに割り当てられたコンテキストに基づき得る。

【0053】

[0065] ビデオエンコーダ 200 は、さらに、ブロックベースのシンタックスデータ、ピクチャベースのシンタックスデータ、およびシーケンスベースのシンタックスデータなどのシンタックスデータを、たとえば、ピクチャヘッダ、ブロックヘッダ、スライスヘッダ、またはシーケンスパラメータセット（SPS）、ピクチャパラメータセット（PPS）、もしくはビデオパラメータセット（VPS）などの他のシンタックスデータの中で、ビデオデコーダ 300 に対して生成し得る。ビデオデコーダ 300 は、対応するビデオデータをどのように復号すべきかを決定するために、そのようなシンタックスデータを同様に復号し得る。ビデオデータのブロックに関するサイド情報は、ビデオデータのブロックに関連付けられたシンタックスデータ、たとえば、ブロックベースのシンタックスデータであってよい。

【0054】

[0066] このようにして、ビデオエンコーダ 200 は、符号化されたビデオデータ、たとえば、ブロック（たとえば、CU）へのピクチャの区分ならびにブロックについての予測および／または残差情報を記述するシンタックス要素を含むビットストリームを生成し得る。最終的に、ビデオデコーダ 300 は、ビットストリームを受信し、符号化されたビデオデータを復号し得る。

【0055】

10

20

30

40

50

[0067]概して、ビデオデコーダ300は、ビットストリームの符号化されたビデオデータを復号するために、ビデオエンコーダ200によって実行されたものの逆プロセスを実行する。たとえば、ビデオデコーダ300は、ビデオエンコーダ200のCABAC符号化プロセスと逆ではあるが、それと実質的に同様の様式でCABACを使用してビットストリームのシンタックス要素の値を復号し得る。シンタックス要素は、CTUのCUを定義するために、ピクチャをCTUに区分するための区分情報と、QTBT構造などの対応する区分構造に従う、各CTUの区分とを定義し得る。シンタックス要素は、ビデオデータのブロック（たとえば、CU）のための予測および残差情報をさらに定義し得る。

【0056】

[0068]残差情報は、たとえば、量子化された変換係数によって表され得る。ビデオデコーダ300は、ブロックの残差ブロックを再生するために、ブロックの量子化された変換係数を逆量子化し、逆変換し得る。ビデオデコーダ300は、ブロックのための予測ブロックを形成するために、ビットストリーム内でシグナリングされた予測モード（イントラまたはインター予測）と、関連する予測情報（たとえば、インター予測のための動き情報）とを使用する。ビデオデコーダ300は、次いで、（サンプルごとに）予測ブロックと残差ブロックとを組み合わせ、元のブロックを再生し得る。ビデオデコーダ300は、ブロックの境界に沿って視覚的アーティファクトを低減するためにデブロッキングプロセスを実行することなどの、追加の処理を実行し得る。

【0057】

[0069]本開示の技法によれば、ビデオエンコーダ200は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケールされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケールされた変換係数のグループを量子化し、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成し得る。

【0058】

[0070]本開示は、概して、シンタックス要素などのある情報を「シグナリング」することと言及することがある。「シグナリング」という用語は、概して、符号化されたビデオデータを復号するために使用されるシンタックス要素および／または他のデータについての値の通信を指し得る。すなわち、ビデオエンコーダ200は、ビットストリーム中でシンタックス要素についての値をシグナリングし得る。概して、シグナリングは、ビットストリーム中に値を生成することを指す。上述のように、ソースデバイス102は、実質的にリアルタイムでビットストリームを宛先デバイス116に移送するか、または、宛先デバイス116による後の取出しのためにシンタックス要素を記憶デバイス112に記憶するときに行われ得るように、非リアルタイムでビットストリームを宛先デバイス116に移送し得る。

【0059】

[0071]図2Aおよび図2Bは、例示的な4分木2分木（QTBT）構造130と、対応するコーディングツリーユニット（CTU）132とを示す概念図である。実線は4分木スプリッティングを表し、点線は2分木スプリッティングを示す。2分木の各スプリットされた（すなわち、非リーフ）ノードにおいて、どのスプリッティングタイプ（すなわち、水平または垂直）が使用されるかを示すために、1つのフラグがシグナリングされ、ここで、この例では、0が水平スプリッティングを示し、1が垂直スプリッティングを示す。4分木スプリッティングでは、4分木ノードが、ブロックを、等しいサイズをもつ4つのサブブロックに水平および垂直にスプリットするので、スプリッティングタイプを示す必要がない。したがって、QTBT構造130の領域ツリーレベル（すなわち、第1のレベル）についての（スプリッティング情報などの）シンタックス要素（すなわち、実線）と、QTBT構造130の予測ツリーレベル（すなわち、第2のレベル）についての（ス

10

20

30

40

50

ブリッティング情報などの) シンタックス要素 (すなわち、破線) とを、ビデオエンコーダ 200 は符号化し得、ビデオデコーダ 300 は復号し得る。Q T B T 構造 130 の端末リーフノードによって表される C U についての、予測および変換データなどのビデオデータを、ビデオエンコーダ 200 は符号化し得、ビデオデコーダ 300 は復号し得る。

【0060】

[0072] 概して、図 2 B の C T U 132 は、第 1 および第 2 のレベルにおいて Q T B T 構造 130 のノードに対応するブロックのサイズを定義するパラメータに関連付けられ得る。これらのパラメータは、(サンプル中の C T U 132 のサイズを表す) C T U サイズと、最小 4 分木サイズ (最小許容 4 分木リーフノードサイズを表す M i n Q T S i z e) と、最大 2 分木サイズ (最大許容 2 分木ルートノードサイズを表す M a x B T S i z e) と、最大 2 分木深度 (最大許容 2 分木深度を表す M a x B T D e p t h) と、最小 2 分木サイズ (最小許容 2 分木リーフノードサイズを表す M i n B T S i z e) とを含み得る。

【0061】

[0073] C T U に対応する Q T B T 構造のルートノードは、Q T B T 構造の第 1 のレベルにおいて、それらの各々が 4 分木区分に従って区分され得る 4 つの子ノードを有し得る。すなわち、第 1 のレベルのノードは、(子ノードを有しない) リーフノードであるか、または 4 つの子ノードを有するかのいずれかである。Q T B T 構造 130 の例は、分岐のために実線を有する親ノードと子ノードとを含むようなノードを表す。第 1 のレベルのノードが最大許容 2 分木ルートノードサイズ (M a x B T S i z e) よりも大きくない場合、ノードは、それぞれの 2 分木によってさらに区分され得る。1 つのノードの 2 分木スプリッティングは、スプリットから生じるノードが最小許容 2 分木リーフノードサイズ (M i n B T S i z e) または最大許容 2 分木深度 (M a x B T D e p t h) に達するまで反復され得る。Q T B T 構造 130 の例は、分岐のために破線を有するようなノードを表す。2 分木リーフノードは、予測 (たとえば、イントラピクチャまたはインターピクチャ予測) および変換のために使用されるコーディングユニット (C U) と呼ばれる。上記で説明されたように、C U は「ビデオブロック」または「ブロック」と呼ばれることもある。

【0062】

[0074] Q T B T 区分構造の一例では、C T U サイズは、 128×128 (ルーマサンプルおよび 2 つの対応する 64×64 クロマサンプル) として設定され、M i n Q T S i z e は 16×16 として設定され、M a x B T S i z e は 64×64 として設定され、(幅と高さの両方について) M i n B T S i z e は 4 として設定され、M a x B T D e p t h は 4 として設定される。4 分木区分は、4 分木リーフノードを生成するために、最初に C T U に適用される。4 分木リーフノードは、 16×16 (すなわち、M i n Q T S i z e) から 128×128 (すなわち、C T U サイズ) までのサイズを有し得る。4 分木リーフノードが 128×128 である場合、4 分木リーフノードは、サイズが M a x B T S i z e (すなわち、この例では、 64×64) を超えるので、2 分木によってさらにスプリットされない。他の場合、4 分木リーフノードは、2 分木によってさらに区分される。したがって、4 分木リーフノードはまた、2 分木のためのルートノードであり、0 としての 2 分木深度を有する。2 分木深度が M a x B T D e p t h (この例では 4) に達したとき、さらなるスプリッティングは許可されない。2 分木ノードが M i n B T S i z e (この例では 4) に等しい幅を有するとき、それは、さらなる垂直スプリッティングが許可されないことを暗示する。同様に、M i n B T S i z e に等しい高さを有する 2 分木ノードは、さらなる水平スプリッティングがその 2 分木ノードのために許可されないことを暗示する。上述のように、2 分木のリーフノードは C U と呼ばれ、さらなる区分なしに予測および変換に従ってさらに処理される。

【0063】

[0075] 本開示を通して説明されるように、本開示の態様は、現在ブロックのためのスクエリングされた変換係数およびサイド情報に少なくとも部分的に基づいて、複数の変換係数に対する複数の量子化オフセットベクトルを決定し、複数の量子化オフセットベクトルに少なくとも部分的に基づいて、現在ブロックのための量子化された変換係数を生成する

ために変換係数を量子化することについて説明する。これらの例示的な技法のうちの1つまたは複数、および以下で説明される例示的な技法は、ビデオエンコーダ200によって実施され得る。具体的には、以下で説明される技法は、たとえば、図8に示されているようなビデオエンコーダ200の変換処理ユニット206および量子化ユニット208によって実施され得る。いくつかの例では、これらの技法は、ビデオデコーダ300によって実施され得る。

【0064】

[0076]デコーダコストを最小限に抑えるために、H.264/AVC、H.265/HEVC、VP9およびAV1などのビデオ圧縮規格は、逆量子化（図9に示されているようなビデオデコーダ300の逆量子化ユニット306）のみが規範となり、最も単純で最も安価な実装を有すると定義される量子化様式を使用する。これは、エンコーダ設計者が、圧縮性能を最適化することとエンコーダコストを最小限に抑えることとの間の折衷案を考慮して、ビデオエンコーダ200に対する異なる量子方法の中から選定することを可能にする。いくつかの例示的な量子化方式の詳細は、I. E. Richardson、「The H.264 Advanced Video Compression Standard」第2版、John Wiley and Sons Ltd.、2010年；M. Wien、「High Efficiency Video Coding: Coding Tools and Specification」、Springer-Verlag、Berlin、2015年；D. Mukherjee、J. Bankoski、R. S. Bultje、A. Grange、J. Han、J. Koleszar、P. Winkins、およびY. Xu、議事録第30回Picture Coding Symp.における「The latest open-source video codec VP9—an overview and preliminary results」、San Jose、CA、2013年12月；およびY. Chen、D. Mukherjee、J. Han、A. Grange、Y. Xu、Z. Liu、S. Parker、C. Chen、H. Su、U. Joshi、C. Chiang、Y. Wang、P. Wilkins、J. Bankoski、L. Trudeau、N. Egge、J. Valin、T. Davies、S. Midtskogen、A. Norking、P. de Rivaz、議事録第33回Picture Coding Symp.における「An Overview of core coding tools in the AV1 video codec」、San Francisco、CA、2018年6月に見出すことができる。

【0065】

[0077]簡単なスカラー量子化と比較すると、著しいコーディング利得をもたらす得る、量子化を改善するための既知の技法が存在する。しかしながら、量子化を改善するためのこれらの既知の技法のうちの1つまたは複数が高い計算複雑度を有し得る。そのような高い計算複雑度は、ビデオオンデマンドエンコーダにとって許容可能であり得るが、リアルタイムビデオエンコーダには計算コストが高すぎる可能性がある。さらに、これらの技法は、ビデオエンコーダのスループットを強く制限し得る、厳密に逐次的な計算に基づき得る。

【0066】

[0078]本開示は、これらの問題のうちの1つまたは複数の潜在的に解決するための例示的な技法を提示する。しかしながら、本開示で説明される例示的な技法は、問題を解決すること、または高い計算複雑度および厳密に逐次的な計算の問題のみを解決することに限定されると見なされるべきではない。

【0067】

[0079]本開示の態様は、リアルタイムエンコーダに必要とされる低い計算複雑度とともに大幅なコーディング利得を提供し得るヒューリスティック量子化について説明する。これらの技法は、最適化決定を「ショートカットする」機械学習フレームワークに基づく。ほぼ厳密であるが、計算するには計算的に非常に高価であり得る係数単位のビットレート値に対する量子化決定に基づくのではなく、本開示で説明される例示的な技法は、改善さ

れた量子化選択肢に効率的変換し得る、いくつかの係数によって共に共有されるビットレートの推定値を学習するために、トレーニングデータを使用し得る。

【0068】

[0080]完全に実装される技法の1つバージョンを使用する実験的シミュレーションは、参照HEVCテストモデル(HM)コーデックにおいて使用される技法に匹敵するが、計算複雑度がより低く、並列実装が簡単で効率的であるという結果を示す。VVC共通テスト条件を使用して、本開示で説明される新しい技法は、すべてのイントラ、ランダムアクセス、低遅延B、および低遅延Pにおいて、4.88%、3.24%、4.50%、および4.44%の利得を提供し、これは、ランダムアクセスを除いて、HEVCテストモデル(HM)のレートひずみ最適量子化(RDOQ: rate-distorted optimized quantization)よりも良好である。

10

【0069】

[0081]量子化は圧縮されている信号のビット使用率と許容可能な「損失」の関係を定義するビデオコーディングプロセスの段階であるため、量子化はすべての不可逆的ビデオ圧縮技法の成分である。すなわち、量子化は、所望の圧縮データサイズを達成するために、元のメディア信号のどの部分が廃棄されるべきかを定義する。いくつかの例示的な量子化方式の詳細は、I. E. Richardson, 「The H. 264 Advanced Video Compression Standard」、第2版、John Wiley and Sons Ltd.、2010年; M. Wien, 「High Efficiency Video Coding: Coding Tools and Specification」、Springer-Verlag, Berlin, 2015年; D. Mukherjee, J. Bankoski, R. S. Bultje, A. Grange, J. Han, J. Koleszar, P. Wikins, およびY. Xu, 議事録第30回Picture Coding Symp. における、「The latest open-source video codec VP9—an overview and preliminary results」、San Jose, CA, 2013年12月; およびY. Chen, D. Murherjee, J. Han, A. Grange, Y. Xu, Z. Liu, S. Parker, C. Chen, H. Su, U. Joshi, C. Chiang, Y. Wang, P. Wilkins, J. Bankoski, L. Trudeau, N. Egge, J. Valin, T. Davies, S. Midtskogen, A. Norking, P. de Rivaz, 議事録第33回Picture Coding Symp. における、「An Overview of core coding tools in the AV1 video codec」、San Francisco, CA, 2018年6月; J. E. Woods, 「Multidimensional Signal, Image, and Video Processing and Coding」、第2版、Academic Press, 2011年; W. A. Pearlman およびA. Said, 「Digital Signal Compression: Principles and Practice」、Cambridge University Press, 2011; およびD. Taubman, W. Marcellin, 「JPEG2000: Image Compression Fundamentals, Standards and Practice」、Springer, 2002年に見出すことができる。

20

30

40

【0070】

[0082]直交変換と一緒に使用されるとき、ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、ビデオエンコーダ200において何らかの形態の丸めを単に使用し、ビデオデコーダ300において乗算(スカラースケール)および場合によっては1つの加算を潜在的に使用することによって、ほぼ一様再構築量子化(NURQ: nearly-uniform-reconstruction quantization)を計算し得る。NURQのいくつかの態様は、G. J. Sullivan およびS. Sun, 議事録SPIE 5960における「On dead-one plus uniform threshold scalar quanti

50

zation」、Visual Communications and Image processing、Beijing、China、2005年において説明されている。

【0071】

【0083】図3Aは、適応および／またはレートひずみ最適量子化を備えたビデオコーディングシステムを示す。具体的には、図3Aは、ビデオ符号化および復号システム100など、ハイブリッドビデオコーディングシステムにおける、ビデオエンコーダ200などのビデオエンコーダの主な構成要素を示し、本開示を通して使用される用語および記法のうちのいくつかの例を提供する。ビデオ符号化プロセスは2次元ブロックの形で編成されたピクセルを使用するが、本開示は、いくつかの例では、本明細書で説明されるデータの注記を簡素化するために、N次元ベクトルとしてビデオ符号化プロセスで使用されるデータについて記述する。

10

【0072】

【0084】ビデオエンコーダ200は、符号化のための、ビデオデータのピクセルなど、ピクセル150のブロックを受信および記憶するバッファ134を含み得る。予測ユニット136は、ピクセル150のブロックから予測ブロックbを生成し得る。残差生成ユニット137は、予測ブロックbおよびピクセル150のブロックに基づいて、残差データrを生成し得る。変換ユニット138は、残差データに基づいて、変換係数cを生成し得る。スケーリングユニット140は、スケーリングされた変換係数xを決定するために、量子化器ステップサイズsに基づいて、変換係数cをスケーリングし得る。量子化ユニット142は、量子化された変換係数qを生成するために、エントロピーコーディングエンジン144からのビットコスト推定値およびサイド情報に基づいて、スケーリングされた変換係数xを量子化し得る。エントロピーコーディングエンジン144は、量子化された変換係数qに基づいて、圧縮されたデータビット146を含む符号化されたビデオビットストリームを生成し得る。

20

【0073】

【0085】図3Aに示された記法を使用して、スケーリング係数（量子化ステップサイズ）sを有する量子化器を仮定すると、スケーリングされた変換係数を表すベクトル

【0074】

【数1】

$$x \in \mathbb{R}^N$$

30

【0075】

は、

【0076】

【数2】

$$x = \frac{1}{s} \cdot c. \quad (1)$$

【0077】

として定義され、式中、cはスケーリングに先立つ変換係数を表し、sは量子化ステップサイズである。

40

【0078】

【0086】NURQ量子化は、2つのパラメータpおよびuで定義され、ここで、uは量子化オフセットであり、

【0079】

【数3】

$$[.]$$

【0080】

は、床関数（・）であり、

50

【0081】

【数4】

$$q_i = \text{sign}(x_i) \max(0, \lfloor |x_i| + u - p \rfloor), \quad (2)$$

【0082】

を使用して計算され、NURQ量子化の逆は

【0083】

【数5】

$$\hat{c}_i = s \text{sign}(q_i) (|q_i| + p), \quad (3)$$

10

【0084】

によって定義され、式中、以下の通りである。

【0085】

【数6】

$$\text{sign}(z) = \begin{cases} -1, & z < 0, \\ 0, & z = 0, \\ 1, & z > 0. \end{cases} \quad (4)$$

【0086】

20

【0087】この単純ではあるが効果的な手法は非常に低い実装コストを有するため、この手法は、すべての第1のメディア圧縮規格によって採用され、依然としてリアルタイムエンコーダのために一般的に選ばれている。H.264/AVCおよびH.265/HEVC規格は、 $p=0$ を用いた式(3)がビデオデコーダ300によって使用されなければならないという規範的規則を有する。別段に記載されていない限り、本開示は、ビデオデコーダ300が量子化値を逆量子化するためにパラメータ $p=0$ を使用し得ると仮定する。

【0087】

【0088】量子化は、再生品質の結果である劣化と使用されるビットの数（ひずみおよびビットレート）との間のトレードオフである不可逆圧縮の一態様を定義するため、量子化の真に最適な形態は、量子化される各スカラーに対してのみではなく、すべてのベクトルに対してレートおよびひずみ（R-D）に同時に影響を及ぼすすべての要因を考慮に入れることができる。これは最適な量子化の問題を潜在的に非常に複雑にし、リアルライフビデオエンコーダにおける実際的な適用のために量子化を簡素化するために最も重要で管理可能な要因のみを識別し対処する必要がある。

30

【0088】

【0089】量子化を改善するために提案されている、W. A. PearlmanおよびA. Said、「Digital Signal Compression: Principles and Practice」、Cambridge University Press、2011年およびD. Taubman、W. Marcellin、「JPEG2000: Image Compression Fundamentals, Standards and Practice」、Springer、2002年において説明されるようなベクトル量子化の使用；A. Said、O. G. Guleryuz、およびS. Yea、議事録IEEE Int. Conf. Image Processにおける、「Improving hybrid coding via control of quantization errors in the spatial and frequency domains」、Paris, France、2014年9月；およびO. G. Guleryuz、A. Said、およびS. Yea、議事録IEEE Int. Conf. Image Processにおける、「Non-causal encoding of predictively coded samples」、Paris, France、2014年9月において説明されるような予測コーディングを用いた量子化相互作用の効

40

50

果的なモデリング、およびレートひずみコスト関数を使用した最適整数値の係数単位の決定など、著しいコーディング利得（圧縮改善）をもたらすことが示されているいくつかの実践的な手法が存在する。

【0089】

[0090]しかしながら、実際には、最も単純な形態の量子化と比較すると、これらの手法は、計算複雑度および実装コストの点で比較的大きな増大をもたらし得る。実際に、いくつかの数学的量子化最適化問題は計算的に至難の課題であり得る。したがって、必ずしも最適ではないが、圧縮のために十分良い解決策は、決定がより容易であり得、ビデオ符号化および復号システム100など、ハイブリッドビデオコーディングシステムによってより実践的に実装され得る。

【0090】

[0091]本開示の態様は、ある意味でベクトル量子化の一形態である、より良い性能のためのいくつかの係数からの情報を使用し、次いで、係数単位の規則を適用して、並列計算を可能にし、リアルタイムビデオエンコーダのために十分低い可能性がある計算複雑度を達成する、技法について説明する。

【0091】

[0092]適応量子化について以下で説明される。ビデオコーディングの1つの特徴は、コーディングされる予測残差のタイプ、品質設定、ビデオ特徴などに応じて、データ統計が非常に著しく変更し得ることである。したがって、適応的な量子化形態は、予想される統計タイプに従って異なるパラメータを使用することによって圧縮を改善し得る。

【0092】

[0093]エンコーダの設定および状態は容易に利用可能であるため、最も容易な適応形態はこれらのみに基づき得る。たとえば、H.264/AVCおよびH.265/HEVCの参照実装形態は、フレーム内のみの予測の場合にはスライス（イスライス）に対してオフセットパラメータ $u=1/3$ を用いる式（2）を使用し、他の場合には、オフセットパラメータ $u=1/6$ を使用する。

【0093】

[0094]適応は、G. J. SullivanおよびS. Sun、議事録SPIE5960における「On dead-one plus uniform threshold scalar quantization」、Visual Communications and Image processing、Beijing、China、2005年において説明されるように、コーディングされているデータの統計分析を使用して拡張され得る。しかしながら、それらの経験的技法は量子化決定がビットレートにどのように影響を及ぼすかを考慮しないため、それらの技法は非常に限定的であり得る。

【0094】

[0095]量子化に基づくレートひずみについて以下で説明される。JPEGおよびMPEG-2など、いくつかの非常に初期の圧縮規格に適合する、ひずみとビットカウントの両方を考慮するために量子化を修正するための技法が提案されている。これらの技法のうちのいくつかは、K. RamchandranおよびM. Vetterli、「Rate-distortion optimal fast thresholding with complete JPEG/MPEG decoder compatibility」、IEEE Trans. on Image Processing、第3巻、第5、1994年9月およびK. Ramchandran、A. OrtegaおよびM. Vetterli、「Bit allocation for dependent quantization with applications to multiresolution and MPEG video coders」、IEEE Trans. on Image Processing、第3巻、第5、1994年9月において説明されている。

【0095】

[0096]最適量子化問題は、ビットレートに対する上限によって制約され、すべてのビデオブロックに対して平均化されたひずみ関数の最小化によって定義される。ブロックは独

10

20

30

40

50

立して量子化されコーディングされるため、この問題は、K. Ramchandran および M. Vetterli, 「Rate-distortion optimal fast thresholding with complete JPEG/MPEG decoder compatibility」、IEEE Trans. on Image Processing、第3巻、第5、1994年9月において説明されるような、ラグランジュ乗算 λ を使用して解決され得る。そのために、本開示は、ビデオブロックにおける量子化をその形態で直接最適化する問題について説明する。

【0096】

[0097]式(1)からのベクトル x 、および量子化された変換係数値を持つベクトル

【0097】

【数7】

$$\mathbb{Z}^N$$

10

【0098】

を仮定すると、量子化から生じるひずみおよびベクトル q をエントロピーコーディングするために必要とされるビットの数をそれぞれ測定する関数 $D_s(x, q)$ および $B(q)$ が定義され得る。変換が直交であり、ひずみが2乗誤差に対応するとき、それが以下の最適化問題によって解決される場合、量子化は、レートひずみの意味で最適である：

【0099】

【数8】

20

$$\min_{q \in \mathbb{Z}^N} \{D_s(x, q) + \lambda B(q)\} = \min_{q \in \mathbb{Z}^N} \left\{ \sum_{i=1}^N [s(x_i - q_i)]^2 + \lambda B(q) \right\} \quad (5)$$

【0100】

[0098]複雑度制約により、式(5)によって示された最適化問題を厳密に解決するために、整数変数をとみなす最適化問題のためのいずれの一般的な方法も実地的なビデオエンコーダにおいて利用可能であり得ず、最適化問題を解決するためにヒューリスティック方法を採用する必要がある。

【0101】

30

[0099]そのような問題に対処するための1つの有用なツールは、解決ベクトル q の単一要素がある整数値から別の整数値に変更されるとき、目的関数がどの程度変更するかをテストすることである。これを公式に表すために、要素ごとの置換演算子

【0102】

【数9】

$$\mathcal{R}_m^i$$

【0103】

は、

40

【0104】

【数10】

$$g = \mathcal{R}_m^i q \Rightarrow g_k = \begin{cases} m, & k = i, \\ q_k, & k \neq i, \end{cases} \quad k = 1, 2, \dots, N, \quad (6)$$

【0105】

のように定義され、差分演算子

【0106】

【数11】

$$\Delta_{m,n}^i$$

50

【 0 1 0 7 】

は、以下のように定義される

【 0 1 0 8 】

【数 1 2】

$$\Delta_{m,n}^i B(\mathbf{q}) \stackrel{\text{def}}{=} B(\mathcal{R}_m^i \mathbf{q}) - B(\mathcal{R}_n^i \mathbf{q}), \quad (7)$$

【 0 1 0 9 】

【数 1 3】

$$\Delta_{m,n}^i D_s(\mathbf{x}, \mathbf{q}) \stackrel{\text{def}}{=} D_s(\mathbf{x}, \mathcal{R}_m^i \mathbf{q}) - D_s(\mathbf{x}, \mathcal{R}_n^i \mathbf{q}) = s^2(m+n-2x_i)(m-n). \quad (8)$$

10

【 0 1 1 0 】

および

【 0 1 1 1 】

【数 1 4】

$$\begin{aligned} \Delta_{m,n}^i C_{s,\lambda}(\mathbf{x}, \mathbf{q}) &\stackrel{\text{def}}{=} \Delta_{m,n}^i D_s(\mathbf{x}, \mathbf{q}) + \lambda \Delta_{m,n}^i B(\mathbf{x}) \\ &= s^2(m+n-2x_i)(m-n) + \lambda \Delta_{m,n}^i B(\mathbf{x}) \end{aligned} \quad (9)$$

【 0 1 1 2 】

【0100】概して、以下の通りである。

20

【 0 1 1 3 】

【数 1 5】

$$\Delta_{m,n}^i(\cdot) = -\Delta_{n,m}^i(\cdot)$$

【 0 1 1 4 】

【0101】これらの定義を用いて、ヒューリスティック最適化方法は、 $B(\mathbf{q})$ の厳密な値を使用するのではなく、負の値に遭遇するときはいつでも、近似値

【 0 1 1 5 】

【数 1 6】

$$\tilde{r}(\mathbf{x})$$

30

【 0 1 1 6 】

が、

【 0 1 1 7 】

【数 1 7】

$$\Delta_{m,n}^i \tilde{C}_{s,\lambda}(\mathbf{x}, \mathbf{q}) = \Delta_{m,n}^i D_s(\mathbf{x}, \mathbf{q}) + \lambda \Delta_{m,n}^i \tilde{r}(\mathbf{x}), \quad (10)$$

【 0 1 1 8 】

を計算するために、およびそれに応じて $\mathbf{q}$ を変更するために使用されるように、設計され得る。M. Karczewicz、P. Chen、Y. Ye、およびR. Joshi、議事録SPIE 7443における、「R-D based quantization in H. 264」、Applications of Digital Image Processing XXXII、2009年9月において説明されるような、このタイプのアルゴリズムは、H. 265/HEVC規格の基準ソフトウェアで実装され、レートひずみ最適量子化(RDOQ)である。RDOQは近似値および非厳密(ヒューリスティックな)最適化技法を使用するため、その名称にかかわらず、量子化は真に最適化され得ない。

40

【 0 1 1 9 】

【0102】式(10)が計算される回数を低減するために、いくつかの特性が使用され得る。たとえば、変換係数の統計的分布は大きさとともに単調に低減するため、予想は、

【 0 1 2 0 】

50

【数 18】

$$|m| \geq |n| \Rightarrow E_{a.e.}\{\Delta_{m,n}^i B(\mathbf{q})\} \geq 0,$$

【0121】

を有することであり、式中、これがすべてのブロックにおいて予想されることを示すために記法 $E_{a.e.}\{\cdot\}$ が使用されるが、いくつかの稀な例外が存在し得る。

【0122】

[0103] H E V C サインビット隠蔽について以下で説明される。H. 265 / H E V C ビデオコーディング規格は、M. Wien, 「High Efficiency Video Coding: Coding Tools and Specification」の § 8.2.4、Springer-Verlag, Berlin, 2015 年において説明されるようなサインビット隠蔽と呼ばれる技法を含む。具体的には、H. 265 / H E V C ビデオコーディング規格は、最小数の非ゼロ要素に対する条件を満たす、量子化された変換係数グループについて、量子化された大きさの和のパリティは第 1 の非ゼロ係数のサインビットに等しくなくてはならないことを指定する。このようにして、サインビットは符号化されなくてよく、それにより符号化ビットの総数を低減する。

【0123】

[0104] いくつかの例では、量子化された係数がパリティ条件を満たさない（平均して、事例の 50%）とき、ひずみに大きな変更を伴わずに、その量子化された値を増分または減分させた可能性がある係数を見出すことが可能であり得る。したがって、H E V C H M ソフトウェアに対するスカラー量子化は、2 乗誤差ひずみにおける最小増大に対応する、可能にされる変更を探索することによって、この技法を実装する。

【0124】

[0105] R D O Q が可能にされるとき、探索は、完全な R-D コスト推定に基づき、その量子化された値を修正させなければならない係数のインデックス k は、

【0125】

【数 19】

$$k = \operatorname{argmin}_{i \in \Lambda} \left\{ \min \left(\Delta_{q_{i+1}, q_i}^i \tilde{c}_{s, \lambda}(\mathbf{x}, \mathbf{q}), \Delta_{q_i-1, q_i}^i \tilde{c}_{s, \lambda}(\mathbf{x}, \mathbf{q}) \right) \right\}, \quad (11)$$

【0126】

を使用して計算され得、式中、 Λ は量子化値が変更され得るインデックスのセットである。追加の実装ステップが存在し得る。

【0127】

[0106] 上述の問題のいくつかを潜在的に解決するためのいくつかの技法について次に説明される。上記で説明されたように、量子化は、量子化が、量子化器の決定における変更に伴って、符号化されたビットの数がどのように異なるかを正確に測定するためのいくつかの方法を使用する場合、量子化は非常に効果的に適応可能にされ、部分的に最適化され得る。

【0128】

[0107] 1 つの潜在的な問題は、現代のエンコーダは、多くの算術コーディングコンテキストおよび複雑なコンテキスト選択規則とともに、非常に複雑なエントロピーコーディングを使用することであり得る。さらに、変換係数は、2 つ以上の経路において符号化される。たとえば、H. 265 / H E V C におけるエントロピーコーディングは、最高で 5 つの経路において行われ得る。これは、それらのビットコストを計算し使用することを、各決定に対して、潜在的に複雑化し、計算的に高価にする。

【0129】

[0108] 本開示の態様は、各非ゼロ変換係数について、変換係数をエントロピーコーディングするために使用される算術コーディングコンテキストのインデックスを導出する必要、およびそれらの算術コーディングコンテキストの状態にアクセスする必要を除去するこ

とによって、これらの問題を潜在的に解決する技法について説明する。本開示の態様は、推定規則が一度計算され、いくつかの変換係数の量子化において使用され、それにより、ピクセル単位の平均的な複雑度を低減し、量子化された変換係数の並列計算を可能にする技法について説明する。

【0130】

[0109]いくつかの態様では、ビデオエンコーダ200は、変換係数のグループを量子化するための量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。量子化オフセットパラメータのセットにおける量子オフセットは、固定ではなく、可変であり得、量子化間隔に依存し得、変換係数のグループ内の変換係数の値（たとえば、変換係数の大きさ）、変換係数のグループを含む変換係数のブロックに関連付けられたサイド情報、変換係数の他のブ

10

【0131】

[0110]レートひずみ分析の追加の例について以下で説明される。量子化最適化のために分析されるレートひずみ式は、一般に、計算量的量子化計算においても使用される、式（5）または（9）の形態である。それらの式の直観的な解釈についての1つの潜在的な問題は、これらの式は、再生品質の選定に応じて、非常に広い範囲で変化し得る値を有するラグランジュ乗数係数 λ を含むことである。

【0132】

[0111] λ の値は他のエンコーダ決定とは無関係であるが、 λ の値は、T. Wiegand および B. Girod、議事録 IEEE Int. Conf. Image Processes における、「Lagrange multiplier selection in hybrid video coder control」、Thessaloniki、Greece、2001年、第3巻、542～545頁において説明されるような、量子化器のステップサイズ s の選定に直接に関係し得る。これは、 λ に適合するレート歪みを有する量子化を有するために、本発明者らがそれを

20

【0133】

【数20】

$$\lambda = \frac{s^2}{\alpha}, \quad (12)$$

30

【0134】

と定義し得ることを意味し、式中、 α は、比較的小さな範囲で変化する。たとえば、HEVC HMソフトウェアは、 α を次のように定義する：

【0135】

【数21】

$$\alpha_{\text{HEVC}} = \frac{2^{8/3}}{0.57} = 11.14. \quad (13)$$

【0136】

[0112]式（9）の λ の式（12）で定義された λ との置換は、R-Dコストの正規化された形態を変更させる：

40

【0137】

【数22】

$$\Delta_{m,n}^i C(x, q) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\Delta_{m,n}^i C_{s,\lambda}(x, q)}{2s^2} = \left(\frac{m+n}{2} - x_i \right) (m-n) + \frac{\Delta_{m,n}^i B(q)}{2\alpha}. \quad (14)$$

【0138】

[0113]式（14）は式（5）の目的関数から直接導出される、すなわち、より直観的な解釈を可能にするために、近似または特殊な仮定は存在せず、2乗誤差ひずみの正規化および明示的な使用のみが存在することに留意されたい。

50

【0139】

[0114]特殊な事例 $m = n + 1$

【0140】

【数23】

$$\Delta_{n+1,n}^i C(x, \mathbf{q}) = n + \frac{1}{2} - x_i + \frac{\Delta_{n+1,n}^i B(\mathbf{q})}{2\alpha}, \quad (15)$$

【0141】

は、式(15)が、以下に等しい、非負である場合のみ、直接的でより直観的な方法で、量子化値 $n + 1$ の選定が、 n よりも良好であり得ることを示す。

10

【0142】

【数24】

$$x_i \geq n + \frac{1}{2} + \frac{\Delta_{n+1,n}^i B(\mathbf{q})}{2\alpha}. \quad (16)$$

【0143】

[0115]式(16)から、

【0144】

【数25】

$$\Delta_{n+1,n}^i B(\mathbf{q}) \approx 0$$

20

【0145】

である場合、最適な量子化は、概して、丸め演算（パラメータ $p = 0$ 、 $u = 1/2$ を用いた式(2)）に対応する。以下において、本開示は、式(2)によって定義される量子化にやはり類似する、より一般的な形態を取得するために式(16)がどのように使用されるかについて説明する。

【0146】

[0116]トレーニングされた量子化オフセットベクトル(QOV)を用いて改善された量子化について以下で説明される。その厳密な形態で式(14)を使用する潜在的な難しさの1つは、量子化された値を n から m に変更することからのビットカウント

30

【0147】

【数26】

$$\Delta_{m,n}^i B(\mathbf{q})$$

【0148】

の変化の計算においてである。式(10)、およびM. Karczewicz、P. Chen、Y. Ye、およびR. Joshi、議事録SPIE7443における、「R-D based quantization in H.264」Applications of Digital Image Processing XXXII、2009年9月において説明されるRDOQ技法において示されるような、ビットカウントの変更の計算の代わりに概算が使用される場合、この潜在的な問題は潜在的に軽減され得る。しかしながら、この問題を解決するための別の方法は、量子化されている各変換係数に対して、算術コーディングコンテキスト（たとえば、確率推定要素）から情報が直接取得され得ないことである。

40

【0149】

[0117]本開示の態様によれば、変換係数を量子化する一部としてビットカウントにおける差異を決定する代わりに、ビデオエンコーダ200などのビデオエンコーダは、ビットカウントにおける差異の推定を表す量子化オフセットに基づいて、変換係数を量子化し得る。ビデオエンコーダは、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロック中の変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメー

50

タのセットを決定し得、量子化された変換係数を生成するために量子化オフセットパラメータのセットに基づいて、変換係数のグループを量子化し得る。

【0150】

[0118]図3Bは、本開示の態様による、ブロック分類および量子化オフセットパラメータの1つまたは複数のセットに基づく低複雑度適応量子化のための技法を示す。図3Bに示されるように、量子化値 q を符号化するためにビットの数

【0151】

【数27】

$$\Delta_{m,n}^i B(q)$$

10

【0152】

の変更を推定するために、各非ゼロ変換係数をエントロピーコーディングするために使用される算術コーディングコンテキストのインデックスなど、エントロピーコーディングエンジン144からの情報を使用し、および、変換係数を量子化するためのビットコスト推定を示す情報、またはそれらのコンテキストの状態へのアクセスを有する代わりに、ビデオエンコーダ200のスケーリングおよび分類ユニット152は、ビデオエンコーダ200の量子化ユニット142が量子化された変換係数を生成するために使用し得る量子化オフセットパラメータ v を決定するために、スケーリングされた変換係数 x の実際の分布と、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報 r （たとえば、ブロックサイズ、予測のタイプなど）とを使用し得る。

20

【0153】

[0119]ビデオエンコーダ200は、 q の単一の要素が整数値 n から整数値 m に変更されるときにビットの数の変更を測定するビットの数

【0154】

【数28】

$$\Delta_{m,n}^i B(q)$$

【0155】

の変更を使用するのではなく、量子化された変換係数を生成するために量子化オフセットパラメータを使用することが可能であり得る。これを公式に表すために、要素ごとの置換演算子

30

【0156】

【数29】

$$\mathcal{R}_m^i$$

【0157】

が、式(6)における、また式(14)から(16)におけるように定義される：

- ・ ビデオエンコーダ200は、量子化された変換係数 q をエントロピー符号化するために、ビット $B(q)$ の厳密な数に直接基づくのではなく、ビットの数の差異

【0158】

【数30】

$$\Delta_{m,n}^i B(q),$$

40

【0159】

に基づいて、変換係数に対する最適な量子化値を決定することが可能であり得る。したがって、ビデオエンコーダ200は、量子化された変換係数をエントロピー符号化するための厳密なビット数とは無関係であり得る、変換係数のグループに対して有効なパターンを識別し得る、

- ・ ビット数の変更

【0160】

50

【数 3 1】

$$\Delta_{m,n}^i B(\mathbf{q})$$

【0 1 6 1】

は、通常小さい。実際に、 m または n がゼロに等しいかまたはニアゼロであるとき、最大の大きさは単に数ビットであり得、それらの変更の大きさは、より大きな m および n の大きさにともなって非常に急速に低減する。たとえば、

【0 1 6 2】

【数 3 2】

$$\Delta_{n+1,n}^i B(\mathbf{q}) \approx 0, \text{ if } |m| > 16, |n| > 16;$$

10

【0 1 6 3】

である、

- ・ 定数 α は比較的大きい可能性があるため、比率

【0 1 6 4】

【数 3 3】

$$\Delta_{m,n}^i B(\mathbf{q}) / 2\alpha$$

【0 1 6 5】

は、比較的小さい可能性がある。これは、式 (16) の最適化決定が (パラメータ $p = 0$ であるとき)、 $1/2$ に近い、式 (2) のオフセットパラメータ u に対応することを意味し得る。たとえば、以下の表 I の例では、オフセットパラメータ $u = 0.1$ は、単一の係数の量子化値の大きさが、予想されるものではない、1 だけ増分されるとき、およそ 9 ビットの増大が存在する場合のみ、最適であり得る。

20

【0 1 6 6】

[0120] 表 I – 量子化オフセット u および式 (2) (パラメータ $p = 0$ 、 n の非負値、 $\alpha = 11.14$) を使用して量子化を最適化する符号化ビットの数における増分

【0 1 6 7】

【数 3 4】

$$\Delta_{n+1,n}^i B(\mathbf{q})$$

30

【0 1 6 8】

:

【0 1 6 9】

【表 1】

u	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05	0.00
$\Delta_{n+1,n}^i B(\mathbf{q})$	0.0	1.1	2.2	3.3	4.5	5.6	6.7	7.8	8.9	10.0	11.1

【0 1 7 0】

40

[0121] 本開示において説明される例示的な技法は、上記で説明された特性を利用し、ベクトル $\mathbf{x}$ の要素の L 次元サブグループ (たとえば、ピクチャの 4×4 ピクセルサブグループの 4 次元サブグループまたは 16 次元サブグループ) を仮定し得、近似関数

【0 1 7 1】

【数 3 5】

$$\tilde{r}$$

【0 1 7 2】

は、

50

【 0 1 7 3 】

【数 3 6】

$$\tilde{r}(n, g, \mathbf{x}, \Gamma) \approx \frac{\Delta_{n+1, n}^i B(\mathbf{q})}{2\alpha}, \quad i = gL, gL + 1, \dots, (g + 1)L - 1, \quad (17)$$

【 0 1 7 4 】

であるように見出されてよく、式中、 $\mathbf{x}$ は、スケーリングされた変換係数のサブグループを表し、 n は、スケーリングされた変換係数 $\mathbf{x}$ のグループ内のスケーリングされた変換係数に対して提案される量子化値であり、 g は、スケーリングされた変換係数 $\mathbf{x}$ が属するスケーリングされた変換係数のグループのインデックスであり、 Γ は、ビデオデータのブロックのサイド情報を有するデータ構造を表す。いくつかの例では、サイド情報 Γ は、ビデオデータのブロックのスライスタイプ（I、P、または B）、ビデオデータのブロックのフレーム内予測またはフレーム間予測からの残差データ、ビデオデータのブロックのブロックサイズ（たとえば、 4×4 、 8×8 、 16×16 、または 32×32 ）、およびルミナンス成分またはクロミナンス成分のうちの 1 つまたは複数を含み得る。

10

【 0 1 7 5 】

[0122] 記法を簡素化するために、たとえば、メモリアクセスをより効率的にするために、または近似をより正確にするために、スケーリングされた変換係数を表すベクトル $\mathbf{x}$ の要素が先に再配列されていることがあり、したがって、ベクトル $\mathbf{x}$ 内のサブグループ要素は連続インデックスを有し得る。

20

【 0 1 7 6 】

[0123] この記法で、 $B(1) = B(-\mathbf{q})$ であると仮定し、

【 0 1 7 7 】

【数 3 7】

$$u(n, g, \mathbf{x}, \Gamma) = \max\left(0, \min\left(1, \frac{1}{2} - \tilde{r}(n, g, \mathbf{x}, \Gamma)\right)\right), \quad (18)$$

【 0 1 7 8 】

であると定義される場合、式 (17) に相等性が存在する場合、量子化値は、

30

【 0 1 7 9 】

【数 3 8】

$$\hat{q}_i = \text{sign}(x_i) [|x_i| + u(|x_i|, g, \mathbf{x}, \Gamma)], \quad i = gL, gL + 1, \dots, (g + 1)L - 1. \quad (19)$$

【 0 1 8 0 】

を使用して、式 (16) に対応することになり、式中、

【 0 1 8 1 】

【数 3 9】

$$\hat{q}_i$$

40

【 0 1 8 2 】

は、変換係数 x_i に対する量子化値であり、 $u(n, g, \mathbf{x}, \Gamma)$ は、変換ブロックなど、ビデオデータのブロックのスケーリングされた変換係数ベクトル $\mathbf{x}$ の変換係数のグループ g に対する量子化オフセットパラメータのセットを表す。

【 0 1 8 3 】

[0124] 実際の適用例では、

【 0 1 8 4 】

【数 4 0】

$$\tilde{r}(n, g, \mathbf{x}, \Gamma) \in [-1/2, 1/2]$$

50

【0185】

であるため、式（18）はたいてい数学的な整合性のために使用され得る。この条件が満たされない場合（場合によっては、 $n=0$ の場合）、式（15）の代わりに式（14）に基づいて、若干より複雑な量子化規則が使用され得る。式（19）は、 $p=0$ 、および量子化されている係数の大きさに従って変更される量子化オフセット u を用いた、式（2）と同じタイプの低計算複雑度量子化であり得る。

【0186】

[0125] 実際の実装のための別の簡略化は、より大きな $|n|$ に対する

【0187】

【数41】

$$\Delta_{n+1,n}^i B(q) \approx 0$$

10

【0188】

の予想に基づき得る。したがって、量子化オフセットベクトル（QOV）と呼ばれる P 次元ベクトル関数 $v(g, x, \Gamma)$ が、

【0189】

【数42】

$$v_n(g, x, \Gamma) = u(n, g, x, \Gamma), \quad n = 0, 1, 2, \dots, P-1, \quad (20)$$

【0190】

のように定義され得る場合、式（19）は、

【0191】

【数43】

$$\hat{q}_i = \text{sign}(x_i) \left[|x_i| + v_{\min(P-1, ||x_i||)}(g, x, \Gamma) \right], \quad i = gL, gL+1, \dots, (g+1)L-1. \quad (21)$$

20

【0192】

以下を使用して近似的に計算され得る。量子化オフセットベクトルは、したがって、ゼロに近いビットの数における変更に関する上記の仮定により、より大きな量子化値 $|n|$ におけるカットオフの適用から生じる P 個の量子化オフセットパラメータのセットを表す。

【0193】

【数44】

$$||x_i|| > P-1$$

30

【0194】

の場合、このカットオフは、式（21）におけるQOVのインデックスに対するミニ関数（min-function）の適用において反映される。

【0195】

[0126] これらの定義に基づいて、以下は、適応量子化のための技法の一例であり、各変換係数ベクトルに対して、

40

1. 変換ブロックなど、変換係数ベクトル x が属するビデオデータのブロックのサイド情報 Γ を決定し、

2. 変換係数ベクトル x を $K=N/L$ 個のサブグループにスプリットし、式中、 N は、ブロック中のピクセルの数であり、 L は、各サブグループ内のピクセルの数である（たとえば、 4×4 のサブブロックの場合、 $L=16$ ）、

各サブグループ g に対して、 $g=0, 1, (\dots, N)/L-1$ 、

a. 量子化オフセットベクトル $v(g, x, \Gamma)$ を決定し、

b. インデックス $i=gL, gL+1, \dots, (g+1)L-1$ を用いた各変換係数 x_i 、すなわち、サブグループ g 内の各変換係数に対して、

i. たとえば、式（21）に従って、 x_i の大きさに少なくとも部分的に基づいて

50

、量子化オフセットベクトル v (g , x , r) のそれぞれの要素を使用して、 x_i の量子化値を計算する。

【0196】

[0127] 本開示の態様によれば、ビデオエンコーダ 200 は、変換係数ブロックまたはビデオデータの変換ブロックなど、ビデオデータのブロックに関して、ビットの数

【0197】

【数 45】

$$\Delta_{m,n}^i B(q)$$

【0198】

における変更に対応するビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数を量子化するための量子化オフセットパラメータのセットを生成し得る。ビデオエンコーダ 200 は、ビデオデータのブロックに関して、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報を決定し得る。サイド情報は、ビデオデータのブロックのスライスタイプ（たとえば、I、P、B）、ビデオデータのブロックのイントラ予測またはインター予測から生じる残差データ、ビデオデータのブロックのブロックサイズ（たとえば、 4×4 、 8×8 、 16×16 、または 32×32 ）、および／またはビデオデータのブロックのルミナンス成分またはクロミナンス成分のうちの 1 つまたは複数の任意の組合せを含み得る。

【0199】

[0128] ビデオエンコーダ 200 は、ビデオデータのブロックのスケーリングされた変換係数を、特にビデオデータのブロックのサブブロックに関連付けられた、スケーリングされた変換係数の複数のグループに分割し得る。ビデオデータのブロックが N 個のピクセルを含む場合、ビデオエンコーダ 200 は、スケーリングされた変換係数の N/L 個のグループをもたらすために、ビデオデータのブロックを L 個のピクセルのグループのサブブロックに分割し得る。たとえば、ビデオエンコーダ 200 は、ビデオデータのブロックを 4×4 サブブロック（16 個のピクセルのグループ）、 8×8 サブブロック（64 個のピクセルのグループ）、 16×16 サブブロック（256 個のピクセルのグループ）などに分割し得る。ビデオデータのブロックのそのような各サブブロックは 0 から $N/L - 1$ までのインデックス g によって示され得、ここで、各サブブロックはサブブロックのための変換係数のグループを含む。

【0200】

[0129] ビデオエンコーダ 200 がサブブロックに関して決定された量子化オフセットパラメータの同じセットを用いて同じサブブロック中のスケーリングされた変換係数のグループを量子化し得るように、ビデオエンコーダ 200 は、各サブブロックに関して、そのサブブロックに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。上記で説明されたように、量子化オフセットパラメータは、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数の単一の要素の変更に基づくビットカウントの変更に関連付けられ得る。いくつかの例では、量子化オフセットパラメータのセット内の各量子化オフセットパラメータは、0 から 0.5 の範囲であってよい。

【0201】

[0130] ビデオエンコーダ 200 が、スケーリングされた変換係数のグループ内のスケーリングされた変換係数を量子化するために同じ固定量子化オフセットパラメータを使用するのではなく、スケーリングされた変換係数のグループ内の異なるスケーリングされた変換係数を量子化するために異なる量子化オフセットパラメータを適応的に選択し得るように、サブブロック中のスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットは、固定ではなく適応的であり得る。スケーリングされた変換係数のグループに対する適応量子化オフセットパラメータの 1 つの例示的なセットは、 $[0.2, 0.3, 0.35, 0.4, 0.45, 0.5]$ であり得る。分かるように、適応量子化オフセットパラメータのセット内の量子化オフセットは、単一の値に固定されず、量子化オフセットパラメータのセットの各要素は、必ずしも同じ値だけ増分されとは限らない

10

20

30

40

50

。たとえば、0.2の値を有する第1の要素は0.3の値を有する第2の要素をもたらすために0.1だけ増分され、第2の要素は、0.35の値を有する第3の要素をもたらすために0.05だけ増分される。

【0202】

【0131】ビデオエンコーダ200は、たとえば、スケーリングされた変換係数の値を量子化オフセットに加算し、生じる和を整数値に切り捨てるか、またはその底値をとることによって、スケーリングされた変換係数を量子化し得る。たとえば、スケーリングされた変換係数 x および量子化オフセット u を仮定すれば、ビデオエンコーダ200は、スケーリングされた変換係数の量子化値 q を以下と決定し得る。

【0203】

【数46】

$$q = \lfloor x \rfloor + u$$

【0204】

【0132】ビデオエンコーダ200は、ビデオデータのブロックのサイド情報に基づいて、サブブロックに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。いくつかの例では、ビデオエンコーダ200は、サブブロックの変換係数の最大の大きさ範囲、サブブロックのブロックサイズ、ブロック内のサブブロックの相対的位置など、サブブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、サブブロックに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することもできる。

【0205】

【0133】量子化オフセットパラメータのセットの一例は、量子化オフセットベクトル(QOV)である。QOVは、量子化オフセットのリストを含んでよく、ここで、M次元QOVはM個の量子化オフセットを含み得る。本開示の態様はQOVに関して説明されるが、本明細書で説明される技法は、概して、アレイ、リスト、スタック、キュー、テーブル、グラフなどの量子化オフセットパラメータの任意の形態のセットに適用可能である。

【0206】

【0134】いくつかの例では、M次元QOV内の量子化オフセットは、0からM-1まで索引付けされる。したがって、ビデオエンコーダ200は、式 $v_n = V[\min(M-1, n)]$ を使用して、QOVから量子化オフセットを選択することができ、式中、 v_n は、 n がM-1未満である場合、第 n の要素である量子化オフセットである。他の場合、 v_n はQOVの第M-1の要素である。したがって、スケーリングされた変換係数 x を仮定すれば、ビデオエンコーダ200は、変換係数 x の絶対値をとり、最も近い整数に切り捨てることができ、その結果、式は、

【0207】

【数47】

$$v_{\lfloor x \rfloor} = V[\min(M-1, \lfloor x \rfloor)]$$

【0208】

になり、式中、

【0209】

【数48】

$$v_{\lfloor x \rfloor}$$

【0210】

は、変換係数 x に対するQOVから選択された量子化オフセットパラメータである。変換係数 x および量子化オフセット u を仮定すれば、ビデオエンコーダ200は、量子化された変換係数 q を

【0211】

【数49】

$$q = \text{sign}(x) \times [|x| + u]$$

【0212】

と決定し得る。したがって、変換係数 x に対して QOV から選択された量子化オフセットとして

【0213】

【数50】

$$v_{[|x|]}$$

【0214】

を仮定すれば、ビデオエンコーダ 200 は、量子化された変換係数 x を

【0215】

【数51】

$$q = \text{sign}(x) \times [|x| + v_{[|x|]}]$$

【0216】

と決定し得る。

【0217】

【0135】図4は、本開示の技法による、量子化オフセットパラメータのセットを使用した適応量子化の並列実装形態を示す。具体的には、図4は、スケーリングされた変換係数を量子化するための上記の技法の例示的な実装形態を示し、ここで、ブロックのスケーリングされた変換係数に対する量子化演算は、ビデオデータのブロックのスケーリングされた変換係数に対する量子化オフセットパラメータのセットの決定時に並列で実行される。図4に示されている構成要素は、たとえば、図3Bに示されたビデオエンコーダ200のスケーリングおよび分類ユニット152および量子化ユニット142の一部であってよい。

【0218】

【0136】図4に示されているように、ビデオエンコーダ200は、量子化オフセットパラメータ決定ユニット154と、グループ化ユニット156と、オフセット量子化ユニット158A~158Pとを含み得る。グループ化ユニット156は、ビデオデータのブロック（たとえば、変換ブロック）のスケーリングされた変換係数 x を受信し、ビデオデータのブロックをサブブロックに分割することによってなど、スケーリングされた変換係数をスケーリングされた変換係数のグループに分割するように構成された処理回路であってよい。グループ化ユニット156は、0から $N/L - 1$ に索引付けされる、スケーリングされた変換係数の $K = N/L$ 個のグループをもたらすために、 N 個のスケーリングされた変換係数を L 個のスケーリングされた変換係数のグループに分割し得る。たとえば、グループ化ユニット156は、スケーリングされた変換係数 X_0 から X_{L-1} のセット、スケーリングされた変換係数 X_L から X_{2L-1} のセットなどをスケーリングされた変換係数 X_{N-L} から X_{N-1} のセットにグループ化し得る。

【0219】

【0137】量子化オフセットパラメータ決定ユニット154は、ビデオデータのブロックのスケーリングされた変換係数 x およびビデオデータのブロックに関するサイド情報 r を受信し、グループ化ユニット156によって決定された、スケーリングされた変換係数のグループの各々に対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するように構成された処理回路であり得る。量子化オフセットパラメータ決定ユニット154は、ビデオデータのブロックに関するサイド情報 r および／またはスケーリングされた変換係数のグループ内のスケーリングされた変換係数の値に基づいて、スケーリングされた変換係数の各グループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。

【0220】

【0138】図4の例では、量子化オフセットパラメータ決定ユニット154は、スケーリン

10

20

30

40

50

グされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットとして QOV を決定し得る。 QOV は図 4 において $v(g, x, \Gamma)$ の形態で提示され、ここで、 g は、スケーリングされた変換係数 0 から $N/L-1$ のインデックスであり、 x は、スケーリングされた変換係数のセットであり、 Γ は、ビデオデータのブロックに関するサイド情報である。したがって、量子化オフセットパラメータ決定ユニット 154 は、 $N/L-1$ のインデックス g に関連付けられた、スケーリングされた変換係数のグループに対する $QOV v(N/L-1, x, \Gamma)$ まで、0 のインデックス g に関連付けられたられたスケーリングされた変換係数のグループに対する $QOV v(0, x, \Gamma)$ 、1 のインデックス g に関連付けられた、スケーリングされた変換係数のグループに対する $QOV v(1, x, \Gamma)$ を決定し得る。

10

【0221】

【0139】オフセット量子化ユニット 158A~158P は、量子化オフセットパラメータに基づいて、スケーリングされた変換係数を量子化するように構成された処理回路であってよい。たとえば、オフセット量子化ユニット 158A-1~158A-M は、量子化値 q_0 から q_{L-1} を生成するために、 $QOV v(0, x, \Gamma)$ を使用して、スケーリングされた変換係数 x_0 から x_{L-1} のグループを量子化し得る。オフセット量子化ユニット 158B-1~158B-M は、量子化値 q_L から q_{2L-1} を生成するために、 $QOV v(1, x, \Gamma)$ を使用して、スケーリングされた変換係数 x_L から x_{2L-1} のグループを量子化し得る。オフセット量子化ユニット 158P-1~158P-M は、量子化値 q_{N-L} から q_{N-1} を生成するために、 $QOV v(N/L, x, \Gamma)$ を使用して、スケーリングされた変換係数 x_{N-L} から x_{N-1} のグループを量子化し得る。

20

【0222】

【0140】 QOV など、量子化オフセットパラメータのセットを決定するために使用され得るいくつかの実的な技法について以下でさらに説明される。上記の導出から観察され得るように、最適な QOV を決定することは、

【0223】

【数52】

$$\Delta_{n+1,n}^i B(q)$$

【0224】

を推定することと数学的に等価であり得る。

30

【0225】

【0141】いくつかの例では、本明細書で説明される技法の態様は、HEVC サインビット隠蔽に適用可能であり得る。上記の HEVC サインビット隠蔽の説明において提示されたように、最適化されたサインビット隠蔽は、レートひずみコストに基づき得る。量子化と同様に、 QOV などの量子化オフセットパラメータは、サインビット隠蔽の実行を改善するために使用されてもよい。

【0226】

【0142】上記の代替的なレートひずみ分析の説明の記法を使用して、

【0227】

【数53】

$$q_i \in \{[x_i], [x_i] + 1\}$$

40

【0228】

であると仮定して、サインビット隠蔽パリティ制約を満たすためにその量子化された変換係数の値を変更するコストは、

【0229】

【数54】

50

$$T_i(\mathbf{x}, \mathbf{q}) = \begin{cases} \Delta_{q_i+1, q_i}^i C(\mathbf{x}, \mathbf{q}), & q_i = \lfloor x_i \rfloor, \\ \Delta_{q_i-1, q_i}^i C(\mathbf{x}, \mathbf{q}), & q_i = \lfloor x_i \rfloor + 1, \end{cases} \quad (22)$$

【0230】

によって与えられ、これは以下に等しくなるように示され得る。

【0231】

【数55】

$$\begin{aligned} T_i(\mathbf{x}, \mathbf{q}) &= \text{sign}(x_i - q_i) \Delta_{\lfloor x_i \rfloor + 1, \lfloor x_i \rfloor}^i C(\mathbf{x}, \mathbf{q}) \\ &= \text{sign}(x_i - q_i) \left[\lfloor x_i \rfloor + \frac{1}{2} - x_i + \frac{\Delta_{\lfloor x_i \rfloor + 1, \lfloor x_i \rfloor}^i B(\mathbf{q})}{2\alpha} \right] \end{aligned} \quad (23)$$

10

【0232】

【0143】式(11)に等しい、変更されることになる係数のインデックスを識別するための規則は、以下になる。

【0233】

【数56】

$$k = \underset{i \in A}{\text{argmin}} \{T_i(\mathbf{x}, \mathbf{q})\}, \quad (24)$$

20

【0234】

【0144】式(17)、(18)、および(20)を使用して、R-Dコストにおける変更は、量子化値が以下の関数を用いてサインビット隠蔽に対して変更されるとき近似され得る。

【0235】

【数57】

$$\hat{t}_i(g, \mathbf{x}, \Gamma) = \text{sign}(|x_i| - |q_i|) [\lfloor |x_i| \rfloor + 1 - |x_i| - v_{\min(p-1, \lfloor |x_i| \rfloor)}(g, \mathbf{x}, \Gamma)]. \quad (25)$$

30

【0236】

【0145】図5は、レートひずみコストを近似するためのサインビット隠蔽のためのこの式における係数を示す。具体的には、図5は、サインビット隠蔽R-Dコスト（正のxと仮定する）の計算において使用される関数を示す。R-Dコストは、量子化式(21)においてしきい値として使用される値においてゼロであり、これは、2つの量子化レベルの厳密な係数値が同じR-Dコストを有する例に整合する。

【0237】

【0146】たとえば、グラフ162Aは、スケーリングされた変換係数xとその量子化値qとの間の差異のサインである $\text{sign}(x - q)$ が、量子化オフセットvに対して、

【0238】

【数58】

$$\lfloor x \rfloor$$

40

【0239】

から

【0240】

【数59】

$$\lfloor x \rfloor + 1 - v$$

【0241】

50

に正であり、

【 0 2 4 2 】

【 数 6 0 】

$$[x] + 1 - v$$

【 0 2 4 3 】

から

【 0 2 4 4 】

【 数 6 1 】

$$[x] + 1$$

10

【 0 2 4 5 】

に負であることを示す。グラフ 1 6 2 B は、

【 0 2 4 6 】

【 数 6 2 】

$$[x] + 1 - x - v$$

【 0 2 4 7 】

が、

【 0 2 4 8 】

【 数 6 3 】

$$[x]$$

20

【 0 2 4 9 】

において $1 - v$ から

【 0 2 5 0 】

【 数 6 4 】

$$[x] + 1$$

【 0 2 5 1 】

において $-v$ に及ぶことを示す。グラフ 1 6 2 C は、

【 0 2 5 2 】

【 数 6 5 】

$$\text{sign}(x - q)([x] + 1 - x - v)$$

30

【 0 2 5 3 】

が

【 0 2 5 4 】

【 数 6 6 】

$$[x]$$

40

【 0 2 5 5 】

において $1 - v$ であり、

【 0 2 5 6 】

【 数 6 7 】

$$[x] + 1 - v$$

【 0 2 5 7 】

において 0 であり、

50

【0258】

【数68】

$$\lfloor x \rfloor + 1$$

【0259】

においてvであることを示す。

【0260】

[0147]これらの近似値を使用して、式(24)は、

【0261】

【数69】

$$k = \underset{i \in A}{\operatorname{argmin}} \{ \hat{t}_i(g, x, \Gamma) \}, \quad (26)$$

【0262】

に置換されてよく、その結果、変換係数を含むビデオデータのブロックのサイド情報Γに基づいて、その量子化値をサインビット隠蔽のために修正させるべき変換係数のインデックスkが決定され得る。したがって、ビデオエンコーダ200は、ビデオエンコーダ200が量子化値に関連付けられた変換係数を含むビデオデータのブロックのサイド情報Γに基づいてサインビット隠蔽のために修正し得る、ビデオデータのブロック中の変換係数に対する量子化値を決定し得る。

【0263】

[0148]図6は、本開示の技法による、量子化オフセットパラメータを決定するための技法を示す。xが、スケーリングされた変換係数のベクトルであり、gが、スケーリングされた変換係数のグループインデックスであり、Γが、スケーリングされた変換係数のグループを含むビデオデータのブロックに関するサイド情報であるトリプレット(g, x, Γ)をQOVなどの量子化オフセットパラメータのセットにマッピングするための基準を仮定すれば、量子化オフセットパラメータのセットの要素(すなわち、量子化オフセット)の値は、量子化オフセットパラメータがそれらの量子化オフセット値を用いて取得された平均R-Dコスト関数と実際の(厳密な)コスト関数の比率を最大化する量子化オフセット値に対応するように、統計技法または機械学習技法を使用して最適化され得る。

【0264】

[0149]スケーリングされた変換係数(たとえば、サブブロック中のスケーリングされた変換係数)のグループに関連付けられたパラメータg、x、およびΓをQOVにマッピングすることによって、変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための様々な異なる技法が存在し得、本開示の技法は、スケーリングされた変換係数のグループに関連付けられたパラメータg、x、およびΓをQOVにマッピングするための任意の好適な技法を包含し得る。

【0265】

[0150]図6は、本開示の技法による、変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するためのいくつかの例示的な技法を示す。図6は、量子化オフセットパラメータのセットをQOVとして示すが、本明細書で示される技法は、量子化オフセットパラメータのセットの任意の他の好適な形態に適用可能である。

【0266】

[0151]図6に示されているように、例172Aでは、ビデオエンコーダ200は、パラメータグループインデックスg、スケーリングされた変換係数x、およびスケーリングされた変換係数のグループを包含するビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報Γからスケーリングされた変換係数のセットに対するQOVを直接計算し得るQOV計算ユニット174を実装し得る。

【0267】

[0152]例 1 7 2 Bでは、ビデオエンコーダ 2 0 0は、Q O Vを決定するためのパラメータ手法を使用することができ、ここで、Q O Vの要素は、より小さな大きさを有するベクトル p に基づいて定義される。ビデオエンコーダ 2 0 0は、変換係数のグループに関連付けられたパラメータ g 、 x 、および Γ に少なくとも部分的に基づいて、パラメータベクトル p を決定し得る Q O Vパラメータ計算ユニット 1 7 6を実装し得、ここで、パラメータベクトル p は、決定されることになる Q O Vよりも小さな大きさ（すなわち、より少数の要素）を有するベクトルであり得る。ビデオエンコーダ 2 0 0は、パラメータベクトル p に基づいて関連するパラメータ g 、 x 、および Γ を有する変換係数のグループに対する Q O Vを決定し得る Q O V計算ユニット 1 7 8を実装し得る。

【0 2 6 8】

[0153]たとえば、パラメータベクトル p は、 P 次元 Q O Vよりも小さな大きさを有する 2 次元パラメータベクトルであってよく、ビデオエンコーダ 2 0 0は、以下の式を使用して、パラメータベクトル p に基づいてパラメータ g 、 x 、および Γ に対する P 次元 Q O Vを決定し得、式中、 v_n は、Q O Vの第 n の要素である：

【0 2 6 9】

【数 7 0】

$$v_n(p) = \frac{1}{2} - p_0 2^{-p_1 n}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, P - 1. \quad (27)$$

【0 2 7 0】

[0154]いくつかの例では、ビデオエンコーダ 2 0 0は、変換係数を量子化するための Q O Vを決定するために事前計算された Q O Vのセットを利用し得る。事前計算された Q O Vのセットは、Q O Vのアレイの形態であってよく、ビデオエンコーダ 2 0 0は、変換係数のグループを量子化するための Q O Vを選択するために Q O Vのアレイに索引付けし得る。例示的な 1 7 2 Cでは、ビデオエンコーダ 2 0 0は、関連するパラメータ g 、 x 、および Γ を有する変換係数のグループを整数であり得るインデックス n にマッピングし得る Q O Vインデックス計算ユニット 1 8 0を実装し得る。ビデオエンコーダ 2 0 0は、 x を量子化するために使用するための Q O Vのアレイから 1 つの Q O Vを決定するためにインデックス n を使用して、Q O Vの事前計算されたアレイに索引付けし得る Q O V取出しユニット 1 8 2を実装し得る。

【0 2 7 1】

[0155]いくつかの例では、ビデオエンコーダ 2 0 0は、例 1 7 2 A～1 7 2 Cにおいて量子化オフセットパラメータを決定するために、ニューラルネットワークなど、分類と回帰の両方に対して使用され得る一般的な方法を使用し得る。たとえば、そのようなニューラルネットワークは、H E V C H Mの R D O Qの性能に対する量子化値をもたらし、レートひずみ値など、符号化の性能の目的関数とともに、パラメータ g 、 x 、および Γ のセットと、Q O Vなどの最適量子化オフセットパラメータ値とを含むトレーニングデータでトレーニングされ得る。このようにして、ニューラルネットワークは、ビデオデータのブロックのサイド情報 Γ およびスケーリングされた変換係数の値を量子化オフセットパラメータの関連するセットを用いてスケーリングされた変換係数を量子化するレートひずみコストを最適化する量子化オフセットパラメータ値のセットに関連付けるようにトレーニングされる。

【0 2 7 2】

[0156]同様に、いくつかの例では、ビデオエンコーダ 2 0 0は、例 1 7 2 Aおよび 1 7 2 Bにおけるように、上記で説明されたニューラルネットワークを使用して、パラメータ g 、 x 、および Γ のセットと最適量子化オフセットパラメータ値との間の関係を決定するために、線形回帰、論理回帰、ポアソン回帰などの一般的な回帰方法を使用し得る。

【0 2 7 3】

[0157]いくつかの例では、ビデオエンコーダ 2 0 0は、例 1 7 2 Cにおけるように、事前計算された量子化オフセットパラメータのセットからそれらのパラメータに対する量子

10

20

30

40

50

化オフセットパラメータを選択するためにパラメータ g 、 x 、および Γ のセットを分類するために、分類木などの分類方法を使用し得る。たとえば、上記で説明されたニューラルネットワークは、スケーリングされた変換係数のグループを含む、ビデオデータのブロックのサイド情報に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループを分類するようにトレーニングされた分類器として作用し得る。スケーリングされた変換係数のグループを分類することによって、ビデオエンコーダ 200 は、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループを量子化するための量子化オフセットパラメータのセットを選択し得る。そのような分類方法の一例について、以下で説明される。

【0274】

[0158] 例 172C で説明されるように、ビデオエンコーダ 200 は、関連するサイド情報 Γ を有するサブブロック中のスケーリングされた変換係数 x のグループに対して、事前計算された量子化オフセットパラメータ（たとえば、事前計算された QOV）のセットから量子化オフセットパラメータ（たとえば、QOV）のセットを選択し得る。ビデオエンコーダ 200 は、スケーリングされた変換係数のグループを含むサブブロックに関するサイド情報ならびにサブブロックを含むビデオデータのブロックに関するサイド情報に少なくとも部分的に基づいて、事前計算された QOV のセットから QOV を選択し得る。たとえば、ビデオエンコーダ 200 は、ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーション、ビデオデータのブロックのサイズなどに少なくとも部分的に基づいて、事前計算された QOV のセットから QOV を選択し得る。

【0275】

[0159] 図 7 は、ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーションを識別するための、0 から 9 と番号付けされたコードの例を示す。ビデオデータのそのようなブロックは、たとえば、HEVC または VVC 変換係数ブロックであってよい。図 7 に示されているように、サブブロックは、 4×4 HEVC 変換係数ブロック、 8×8 HEVC 変換係数ブロック、 16×16 HEVC 変換係数ブロック、または 32×32 HEVC 変換係数ブロックであってよい。

【0276】

[0160] サブブロックは、ブロック内のサブブロックのロケーションに関連付けられ、ブロックのサイズにもやはり関連付けられる、コードを有し得る。 4×4 サブブロックが 4×4 ブロック内にあるとき、サブブロックは 0 のコードを有し得る。 4×4 サブブロックが 8×8 ブロック内にあるとき、サブブロックは、サブブロックが左上 4×4 サブブロックであるとき、1 のコードを有し得、サブブロックが左上 4×4 サブブロックでないとき、2 のコードを有し得る。 4×4 サブブロックが 16×16 ブロック内にあるとき、サブブロックは、サブブロックが左上 4×4 サブブロックであるとき、3 のコードを有し、サブブロックが左上 4×4 サブブロックではなく、ブロックの左上 8×8 であるとき、4 のコードを有し、サブブロックがブロックの左上 8×8 ではないとき、5 のコードを有し得る。 4×4 サブブロックが 32×32 ブロック内にあるとき、サブブロックは、サブブロックが左上 4×4 サブブロックであるとき、6 のコードを有し、サブブロックが左上 4×4 サブブロックではなく、ブロックの左上 8×8 であるとき、7 のコードを有し、サブブロックがブロックの左上 8×8 ではなく、ブロックの左上 16×16 であるとき、8 のコードを有し、サブブロックがブロックの左上 16×16 内になく、9 のコードを有し得る。

【0277】

[0161] 本開示の態様は、HM 基準ソフトウェア（たとえば、エンコーダ変更のみ）の修正されたバージョンを使用して、HEVC 規格に準拠するファイルを作成するために実装およびテストされた。

1 つの例示的な実装形態は、ブロック中の 4×4 変換係数の各グループに対して 1 つの QOV のインデックスが選択される、図 6 の例 172C に基づく。

【0278】

【0162】この実装形態では、ビデオエンコーダ200は、以下の関数を使用して、事前計算されたQOVのセットからスケーリングされた変換係数のグループに対するQOVを決定し得る：

【0279】

【数71】

$$c(x) = \begin{cases} -1, & [|x| + 0.5] = 0, \\ 0, & [|x| + 0.5] = 1, \\ 1, & [|x| + 0.5] = 2, \\ 2, & 3 \leq [|x| + 0.5] \leq 5, \\ 3, & [|x| + 0.5] \geq 6. \end{cases} \quad (28)$$

10

【0280】

【0163】ビデオエンコーダ200は、以下のパラメータに基づいて、事前計算されたQOVのセットから4×4サブブロックに対するQOVのインデックスを決定し得る：

- ・ 4×4変換係数グループ内のすべての変換係数値に対して、 $P_0 = \max(c(x_i)) \in \{-1, 0, 1, 2, 3\}$ 、
- ・ $P_1 = \min(2, k-1) \in \{0, 1, 2\}$ 、式中、kは、4×4グループ内の2×2サブグループ内の変換係数に対する回数 $\max(c(x_i)) = P_0$ である、
- ・ $P_2 \in \{0, 1, \dots, 9\}$ は、図7に示された方式に従って、変換係数ブロックサイズとブロック中の4×4グループのロケーションの両方を示すために使用されるコードである、
- ・ $P_3 \in \{0, 3\}$ は、(HEVC規格に従って)ブロックがイントラスライスの一部である場合、0であり、他の場合には、1である。

20

【0281】

【0164】分かるように、ビデオエンコーダ200は、サブブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのサブブロック中のスケーリングされた変換係数のグループに対するQOVを決定し得る。QOVを決定するために使用されるサブブロックに関連付けられたサイド情報は、たとえば、それがビデオデータのブロック中の左上サブブロック中にあるかどうかなど、ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーションを含み得る。

30

【0282】

【0165】事例 $P_0 = -1$ は、すべての係数をゼロに量子化したグループに対応し得る。したがって、この場合、ビデオエンコーダ200は、 $P_0 = -1$ を有するサブブロックに対するQOVインデックスを決定することができない。これらの定義に基づいて、ビデオエンコーダ200は、たとえば、以下の式を使用して、240個のQOVインデックスのセットを計算し得る：

【0283】

【数72】

$$n = 10 \times (3 \times (2 \times P_0 + P_3) + P_1) + P_2 \in \{0, 1, 2, \dots, 239\},$$

40

【0284】

。

【0285】

【0166】上記の例では、ビデオエンコーダ200は、ビデオデータのブロックがイントラスライスの一部であるかどうか、ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーション、ビデオデータのブロックのサイズ、ならびにスケーリングされた変換係数のグループ内の最大のスケーリングされた変換係数値および最大のスケーリングされた変換係数値がサブブロック内の2×2サブブロック内にある回数に基づいて、ビデオデータのブロックのサブブロック中のスケーリングされた変換係数のグループに対するQOVを決定し得る。

【0286】

50

[0167]いくつかの例では、ビデオエンコーダ200は、以下の方程式： $n = 10 \times P_3 + P_2 \in \{0, 1, 2, \dots, 19\}$ を使用することによってなど、サブブロック内の変換係数の値（たとえば、ベクトル x ）に依存しない20個のQOVインデックスのセットを計算し得る。この例では、ビデオエンコーダ200は、変換係数ブロック内のサブブロックのロケーション、変換係数ブロックのサイズ、および変換係数ブロックがイントラリスの一部であるかどうかに基づいて、QOVインデックスを計算し得る。サブブロック内の変換係数の値に依存しないQOVインデックスを決定することは、ビデオエンコーダ200が単一の経路内でサブブロック中のスケーリングされた変換係数のグループの量子化を実施し、それにより、スケーリングされた変換係数のグループを量子化するために使用される処理サイクルの数を低減することを可能にし得る。

10

【0287】

[0168]上記で説明された技法で分かるように、ビデオエンコーダ200は、ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーションならびにビデオデータのブロックのサイズに少なくとも部分的に基づいて、ビデオデータのブロックのサブブロック中のスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。いくつかの例では、ビデオエンコーダ200は、サブブロックに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するためにサブブロック中のスケーリングされた変換係数の値を利用することも可能であり、他の例では、ビデオエンコーダ200は、サブブロック中のスケーリングされた変換係数の値を利用せずに、サブブロックに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することが可能であり得る。

20

【0288】

[0169]図8は、本開示の技法を実施し得る例示的なビデオエンコーダ200を示すブロック図である。図8は、説明のために提供され、本開示で広く例示され説明されるような技法を限定するものと見なされるべきではない。説明の目的で、本開示は、VVC（開発中のITU-T H. 266）およびHEVC（ITU-T H. 265）の技法に従って、ビデオエンコーダ200について説明する。しかしながら、本開示の技法は、他のビデオコーディング規格に構成されたビデオ符号化デバイスによって実施され得る。

【0289】

[0170]図8の例では、ビデオエンコーダ200は、ビデオデータメモリ230と、モード選択ユニット202と、残差生成ユニット204と、変換処理ユニット206と、量子化ユニット208と、逆量子化ユニット210と、逆変換処理ユニット212と、再構成ユニット214と、フィルタユニット216と、復号ピクチャバッファ（DPB）218と、エン트로ピー符号化ユニット220を含む。ビデオデータメモリ230、モード選択ユニット202、残差生成ユニット204、変換処理ユニット206、量子化ユニット208、逆量子化ユニット210、逆変換処理ユニット212、再構成ユニット214、フィルタユニット216、DPB218、およびエン트로ピー符号化ユニット220のいずれかまたはすべては、1つまたは複数のプロセッサにおいてまたは処理回路において実装され得る。たとえば、ビデオエンコーダ200のユニットは、1つもしくは複数の回路もしくは論理要素として、ハードウェア回路の一部として、またはFPGAのプロセッサ、ASICの一部として実装され得る。その上、ビデオエンコーダ200は、これらおよび他の機能を実施するための追加または代替のプロセッサまたは処理回路を含み得る。

30

40

【0290】

[0171]ビデオデータメモリ230は、ビデオエンコーダ200の構成要素によって符号化されるべきビデオデータを記憶し得る。ビデオエンコーダ200は、たとえば、ビデオソース104（図1）から、ビデオデータメモリ230に記憶されたビデオデータを受信し得る。DPB218は、ビデオエンコーダ200による後続のビデオデータの予測において使用するための参照ビデオデータを記憶する参照ピクチャメモリとして働き得る。ビデオデータメモリ230およびDPB218は、同期ダイナミックランダムアクセスメモリ（DRAM）（SDRAM）を含むDRAM、磁気抵抗RAM（MRAM）、抵抗性RAM（RRAM（登録商標））、または他のタイプのメモリデバイスなどの、様々なメモ

50

リデバイスのいずれかによって形成され得る。ビデオデータメモリ 230 および DPB 218 は、同じメモリデバイスまたは別個のメモリデバイスによって提供され得る。様々な例では、ビデオデータメモリ 230 は、示されるように、ビデオエンコーダ 200 の他の構成要素とともにオンチップであるか、またはそれらの構成要素に対してオフチップであり得る。

【0291】

[0172]本開示では、ビデオデータメモリ 230 への言及は、特にそのように説明されない限り、ビデオエンコーダ 200 の内部のメモリに限定されるものとして解釈されるべきではなく、または特にそのように説明されない限り、ビデオエンコーダ 200 の外部のメモリに限定されるものとして解釈されるべきではない。そうではなく、ビデオデータメモリ 230 への言及は、ビデオエンコーダ 200 が符号化のために受信するビデオデータ（たとえば、符号化されるべきである現在ブロックのビデオデータ）を記憶する参照メモリとして理解されたい。図 1 のメモリ 106 はまた、ビデオエンコーダ 200 の様々なユニットからの出力の一時的な記憶を提供し得る。

【0292】

[0173]図 8 の様々なユニットは、ビデオエンコーダ 200 によって実施される動作を理解するのに支援するために示されている。ユニットは、固定機能回路、プログラマブル回路、またはそれらの組合せとして実装され得る。固定機能回路は、特定の機能を与える回路を指し、実施され得る動作に関してあらかじめ設定される。プログラマブル回路は、様々なタスクを実施するように、および実施され得る動作においてフレキシブルな機能を提供するようにプログラムされ得る回路を指す。たとえば、プログラマブル回路は、ソフトウェアまたはファームウェアの命令によって定義された様式でプログラマブル回路を動作させるソフトウェアまたはファームウェアを実行し得る。固定機能回路は、（たとえば、パラメータを受信するかまたはパラメータを出力するために）ソフトウェア命令を実行し得るが、固定機能回路が実施する動作のタイプは、概して不変である。いくつかの例では、ユニットのうちの 1 つまたは複数は、別個の回路ブロック（固定機能またはプログラマブル）であり得、いくつかの例では、ユニットのうちの 1 つまたは複数は、集積回路であり得る。

【0293】

[0174]ビデオエンコーダ 200 は、算術論理ユニット（ALU）、基本機能ユニット（EFU）、デジタル回路、アナログ回路、および／またはプログラマブル回路から形成されるプログラマブルコアを含み得る。ビデオエンコーダ 200 の動作が、プログラマブル回路によって実行されるソフトウェアを使用して実施される例では、メモリ 106（図 1）は、ビデオエンコーダ 200 が受信し、実行するソフトウェアの命令（たとえば、オブジェクトコード）を記憶し得るか、またはビデオエンコーダ 200 内の別のメモリ（図示せず）が、そのような命令を記憶し得る。

【0294】

[0175]ビデオデータメモリ 230 は、受信されたビデオデータを記憶するように構成される。ビデオエンコーダ 200 は、ビデオデータメモリ 230 からビデオデータのピクチャを取り出し、ビデオデータを残差生成ユニット 204 とモード選択ユニット 202 とに提供し得る。ビデオデータメモリ 230 中のビデオデータは、符号化されるべきである生のビデオデータであり得る。

【0295】

[0176]モード選択ユニット 202 は、動き推定ユニット 222 と、動き補償ユニット 224 と、イントラ予測ユニット 226 とを含む。モード選択ユニット 202 は、他の予測モードに従ってビデオ予測を実施するための追加の機能ユニットを含み得る。例として、モード選択ユニット 202 は、パレットユニット、（動き推定ユニット 222 および／または動き補償ユニット 224 の一部であり得る）イントラブロックコピーユニット、アフィンユニット、線形モデル（LM）ユニット、結合インターイントラ予測（CIEIP: combined inter-intra prediction）ユニットなどを含み得る。

【0296】

[0177]モード選択ユニット202は、概して、符号化パラメータの組合せと、そのような組合せのための得られたレートひずみ値とをテストするために、複数の符号化パスを協調させる。符号化パラメータは、CUへのCTUの区分、CUのための予測モード、CUの残差データのための変換タイプ、CUの残差データのための量子化パラメータなどを含み得る。モード選択ユニット202は、他のテストされた組合せよりも良好であるレートひずみ値を有する符号化パラメータの組合せを最終的に選択し得る。

【0297】

[0178]ビデオエンコーダ200は、ビデオデータメモリ230から取り出されたピクチャを一連のCTUに区分し、スライス内の1つまたは複数のCTUをカプセル化し得る。モード選択ユニット202は、上記で説明されたHEVCのQTB T構造または4分木構造など、ツリー構造に従ってピクチャのCTUを区分し得る。上記で説明されたように、ビデオエンコーダ200は、ツリー構造に従ってCTUを区分することから1つまたは複数のCUを形成し得る。そのようなCUはまた、一般に「ビデオブロック」または「ブロック」と呼ばれることもある。

【0298】

[0179]概して、モード選択ユニット202はまた、現在ブロック（たとえば、現在CU、またはHEVCでは、PUとTUとの重複する部分）についての予測ブロックを生成するように、その構成要素（たとえば、動き推定ユニット222、動き補償ユニット224、およびイントラ予測ユニット226）を制御する。現在ブロックのインター予測のために、動き推定ユニット222は、1つまたは複数の参照ピクチャ（たとえば、DPB 218に記憶された1つまたは複数の前にコーディングされたピクチャ）中で1つまたは複数のぴったり一致する参照ブロックを識別するために動き探索を実施し得る。特に、動き推定ユニット222は、たとえば、絶対差分和（SAD）、2乗差分和（SSD）、平均絶対差（MAD）、平均2乗差（MSD）などに従って、現在ブロックに対して潜在的参照ブロックがどのくらい類似しているかを表す値を計算し得る。動き推定ユニット222は、概して、現在ブロックと考慮されている参照ブロックとの間のサンプルごとの差分を使用してこれらの計算を実施し得る。動き推定ユニット222は、現在ブロックに最もぴったり一致する参照ブロックを示す、これらの計算から生じる最も低い値を有する参照ブロックを識別し得る。

【0299】

[0180]動き推定ユニット222は、現在ピクチャ中の現在ブロックの位置に対して参照ピクチャ中の参照ブロックの位置を定義する、1つまたは複数の動きベクトル（MV）を形成し得る。動き推定ユニット222は、次いで、動きベクトルを動き補償ユニット224に提供し得る。たとえば、単方向インター予測では、動き推定ユニット222は、単一の動きベクトルを提供し得るが、双方向インター予測では、動き推定ユニット222は、2つの動きベクトルを提供し得る。動き補償ユニット224は、次いで、動きベクトルを使用して予測ブロックを生成し得る。たとえば、動き補償ユニット224は、動きベクトルを使用して参照ブロックのデータを取り出し得る。別の例として、動きベクトルが部分サンプル精度を有する場合、動き補償ユニット224は、1つまたは複数の補間フィルタに従って予測ブロックについての値を補間し得る。さらに、双方向インター予測では、動き補償ユニット224は、それぞれの動きベクトルによって識別された2つの参照ブロックのためのデータを取り出し、たとえば、サンプルごとの平均化または重み付け平均化を通して取り出されたデータを組み合わせ得る。

【0300】

[0181]別の例として、イントラ予測、またはイントラ予測コーディングのために、イントラ予測ユニット226は、現在ブロックに隣接しているサンプルから予測ブロックを生成し得る。たとえば、方向性モードでは、イントラ予測ユニット226は、概して、予測ブロックを作り出すために、隣接サンプルの値を数学的に組み合わせ、現在ブロックにわたって規定の方向にこれらの計算された値をポピュレートし得る。別の例として、DCモ

ードでは、イントラ予測ユニット226は、現在ブロックに対する隣接サンプルの平均を計算し、予測ブロックのサンプルごとにこの得られた平均を含むように予測ブロックを生成し得る。

【0301】

[0182]モード選択ユニット202は、予測ブロックを残差生成ユニット204に提供する。残差生成ユニット204は、ビデオデータメモリ230から現在ブロックの生の、符号化されていないバージョンを受信し、モード選択ユニット202から予測ブロックを受信する。残差生成ユニット204は、現在ブロックと予測ブロックとの間のサンプルごとの差分を計算する。得られたサンプルごとの差分は、現在ブロックについての残差ブロックを定義する。いくつかの例では、残差生成ユニット204はまた、残差差分パルスコード変調(RDPCM)を使用して残差ブロックを生成するために残差ブロック中のサンプル値の間の差を決定し得る。いくつかの例では、残差生成ユニット204は、バイナリ減算を実施する1つまたは複数の減算器回路を使用して形成され得る。

【0302】

[0183]モード選択ユニット202がCUをPUに区分する例では、各PUは、ルーマ予測ユニットと、対応するクロマ予測ユニットとに関連付けられ得る。ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、様々なサイズを有するPUをサポートし得る。上記で示されたように、CUのサイズは、CUのルーマコーディングブロックのサイズを指し得、PUのサイズは、PUのルーマ予測ユニットのサイズを指し得る。特定のCUのサイズが $2N \times 2N$ であると仮定すると、ビデオエンコーダ200は、イントラ予測のための $2N \times 2N$ または $N \times N$ のPUサイズと、インター予測のための $2N \times 2N$ 、 $2N \times N$ 、 $N \times 2N$ 、 $N \times N$ 、または同様のものの対称PUサイズとをサポートし得る。ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300はまた、インター予測のための $2N \times nU$ 、 $2N \times nD$ 、 $nL \times 2N$ 、および $nR \times 2N$ のPUサイズに対して非対称区分をサポートし得る。

【0303】

[0184]モード選択ユニット202がCUをPUにさらに区分しない例では、各CUは、ルーマコーディングブロックと、対応するクロマコーディングブロックとに関連付けられ得る。上記のように、CUのサイズは、CUのルーマコーディングブロックのサイズを指し得る。ビデオエンコーダ200およびビデオデコーダ300は、 $2N \times 2N$ 、 $2N \times N$ 、または $N \times 2N$ のCUサイズをサポートし得る。

【0304】

[0185]いくつかの例として、イントラブロックコピーモードコーディング、アフィンモードコーディング、および線形モデル(LM)モードコーディングなどの他のビデオコーディング技法では、モード選択ユニット202は、コーディング技法に関連付けられたそれぞれのユニットを介して、符号化されている現在ブロックのための予測ブロックを生成する。パレットモードコーディングなどの、いくつかの例では、モード選択ユニット202は、予測ブロックを生成しないことがあり、代わりに、選択されたパレットに基づいてブロックを再構成すべき様式を示すシンタックス要素を生成し得る。そのようなモードでは、モード選択ユニット202は、符号化されるべきこれらのシンタックス要素をエントロピー符号化ユニット220に提供し得る。

【0305】

[0186]上記で説明されたように、残差生成ユニット204は、現在ブロックのビデオデータと、対応する予測ブロックとを受信する。残差生成ユニット204は、次いで、現在ブロックのための残差ブロックを生成する。残差ブロックを生成するために、残差生成ユニット204は、予測ブロックと現在ブロックとの間のサンプルごとの差分を計算する。

【0306】

[0187]変換処理ユニット206は、変換係数のブロック(本明細書では「変換係数ブロック」と呼ばれる)を生成するために、残差ブロックに1つまたは複数の変換を適用する。変換処理ユニット206は、変換係数ブロックを形成するために、残差ブロックに様々

10

20

30

40

50

な変換を適用し得る。たとえば、変換処理ユニット206は、離散コサイン変換（DCT）、方向性変換、カルーネンレーベ変換（KLT）、または概念的に同様の変換を残差ブロックに適用し得る。いくつかの例では、変換処理ユニット206は、残差ブロックに複数の変換、たとえば、回転変換など、1次変換および2次変換を実施し得る。いくつかの例では、変換処理ユニット206は、残差ブロックに変換を適用しない。

【0307】

[0188]量子化ユニット208は、量子化された変換係数ブロックを作り出すために、変換係数ブロック中の変換係数を量子化し得る。いくつかの例では、量子化ユニット208は、現在ブロックに関連付けられた量子化パラメータ（QP）値に従って変換係数ブロックの変換係数を量子化し得る。ビデオエンコーダ200は（たとえば、モード選択ユニット202を介して）、CUに関連付けられたQP値を調整することによって、現在ブロックに関連付けられた変換係数ブロックに適用される量子化の程度を調整し得る。量子化は、情報の損失をもたらし得、したがって、量子化された変換係数は、変換処理ユニット206によって作り出された元の変換係数よりも低い精度を有し得る。

【0308】

[0189]量子化ユニット208は、図3A～図7に関して説明された技法など、変換係数を量子化するための本開示の技法を実施し得る。具体的には、量子化ユニット208は、図3Bのスケーリングおよび分類ユニット152および量子化ユニット142と、図4の量子化オフセットパラメータユニット154、グループ化ユニット156、およびオフセット量子化ユニット158A～158Pと、図6のQOV計算ユニット174、QOVパラメータ計算ユニット176、QOV計算ユニット178、QOVインデックス計算ユニット180、およびQOV取出しユニット182とに関して説明された機能を実施し得る。

【0309】

[0190]量子化ユニット208は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。たとえば、量子化ユニット208は、変換係数ブロックの各 4×4 サブブロックなど、変換係数ブロックの各サブブロックに関して、変換係数ブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、サブブロック内のスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセット内の量子化オフセットは、一定でないことがある。代わりに、量子化オフセットパラメータのセット内の量子化オフセットは、量子化間隔に応じて異なり得る。

【0310】

[0191]量子化ユニット208は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロック中のスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための本開示で説明される技法のうちのいくつかを実施し得る。たとえば、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報は、ビデオデータのブロックのスライスタイプ（たとえば、I、P、B）、ビデオデータのブロックのイントラ予測またはインター予測から生じる残差データ、ビデオデータのブロックのブロックサイズ（たとば、 4×4 、 8×8 、 16×16 、または 32×32 ）、および／またはビデオデータのブロックのルミナンス成分もしくはクロミナンス成分のうちの1つまたは複数の任意の組合せを含み得る。ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報は、サブブロックのスケーリングされた変換係数の最大の大きさ範囲、サブブロックのブロックサイズ、変換係数ブロック内のサブブロックの相対的位置などのうちの1つまたは複数など、スケーリングされた変換係数のグループを含むサブブロックに関連付けられたサイド情報を含んでもよい。

【0311】

[0192]いくつかの例では、量子化ユニット208は、スケーリングされた変換係数のグループに関して、ビデオデータのブロックに関するサイド情報に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループを量子化するレートひずみコストを最適化し得る量子化オフセ

ットパラメータのセットを決定し得る。たとえば、量子化ユニット208は、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、サイド情報に対してトレーニングされ得るニューラルネットワークなどの機械学習技法、スケーリングされた変換係数値、量子化の最適なレートひずみコストなどを使用し得る。量子化ユニット208は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、回帰方法および／または分類方法を実施するためにそのようなニューラルネットワークを使用し得る。したがって、量子化ユニット208は、エントロピー符号化ユニット220によって決定されたビットコスト推定を使用せずに、また各特定の非ゼロ変換係数に関して、その特定の非ゼロ変換係数をエントロピーコーディングするために使用される算術コーディングコンテキストのインデックスを導出せずに、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することも可能であり得る。

【0312】

[0193]量子化ユニット208は、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックの各サブブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数の各グループを量子化し得る。上記で説明されたように、量子化ユニット208はビデオデータのブロック中のスケーリングされた変換係数の各グループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得るため、量子化ユニット208は、スケーリングされた変換係数の対応するグループに関連付けられた量子化オフセットパラメータのセットを使用して、スケーリングされた変換係数の各グループを量子化し得る。したがって、いくつかの例では、量子化ユニット208は、スケーリングされた変換係数の同じグループ内のスケーリングされた変換係数を並列に量子化することが可能であり得る。さらに、いくつかの例では、量子化ユニット208は、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数の複数のグループを並列に量子化することが可能であり得る。

【0313】

[0194]逆量子化ユニット210および逆変換処理ユニット212は、変換係数ブロックから残差ブロックを再構成するために、それぞれ、量子化された変換係数ブロックに逆量子化および逆変換を適用し得る。再構成ユニット214は、再構成された残差ブロックと、モード選択ユニット202によって生成された予測ブロックとに基づいて、（潜在的にある程度のひずみを伴うが）現在ブロックに対応する再構成されたブロックを作り出し得る。たとえば、再構成ユニット214は、再構成されたブロックを作り出すために、モード選択ユニット202によって生成された予測ブロックからの対応するサンプルに、再構成された残差ブロックのサンプルを加算し得る。

【0314】

[0195]フィルタユニット216は、再構成されたブロックに対して1つまたは複数のフィルタ演算を実施し得る。たとえば、フィルタユニット216は、CUのエッジに沿ってブロック内スアーティファクトを低減するためのデブロッキング動作を実施し得る。フィルタユニット216の動作は、いくつかの例では、スキップされ得る。

【0315】

[0196]ビデオエンコーダ200は、再構築されたブロックをDPB218に記憶する。たとえば、フィルタユニット216の動作が必要とされない例では、再構築ユニット214は、再構築されたブロックをDPB218に記憶し得る。フィルタユニット216の動作が必要とされる例では、フィルタユニット216は、フィルタ処理された再構築されたブロックをDPB218に記憶し得る。動き推定ユニット222および動き補償ユニット224は、後で符号化されるピクチャのブロックをインター予測するために、再構築（および潜在的にフィルタ処理）されたブロックから形成された参照ピクチャをDPB218から取り出し得る。さらに、イントラ予測ユニット226は、現在ピクチャ中の他のブロックをイントラ予測するために、現在ピクチャのDPB218中の再構築されたブロック

を使用し得る。

【0316】

[0197]概して、エントロピー符号化ユニット220は、ビデオエンコーダ200の他の機能構成要素から受信されたシンタックス要素をエントロピー符号化し得る。たとえば、エントロピー符号化ユニット220は、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成するために、量子化ユニット208からの量子化された変換係数ブロックをエントロピー符号化し得る。

【0317】

[0198]別の例として、エントロピー符号化ユニット220は、モード選択ユニット202からの予測シンタックス要素（たとえば、インター予測のための動き情報またはイントラ予測のためのイントラモード情報）をエントロピー符号化し得る。エントロピー符号化ユニット220は、エントロピー符号化されたデータを生成するために、ビデオデータの別の例であるシンタックス要素に対して1つまたは複数のエントロピー符号化動作を実施し得る。たとえば、エントロピー符号化ユニット220は、コンテキスト適応型可変長コーディング（CAVLC）動作、CABAC動作、可変対可変（V2V）長コーディング動作、シンタックスベースコンテキスト適応型バイナリ算術コーディング（SBAC）動作、確率間隔区分エントロピー（PIPE）コーディング動作、指数ゴロム符号化動作、または別のタイプのエントロピー符号化動作をデータに対して実施し得る。いくつかの例では、エントロピー符号化ユニット220は、シンタックス要素がエントロピー符号化されないバイパスモードで動作し得る。

【0318】

[0199]ビデオエンコーダ200は、スライスまたはピクチャのブロックを再構築するために必要とされるエントロピー符号化シンタックス要素を含むビットストリームを出力し得る。特に、エントロピー符号化ユニット220がビットストリームを出力し得る。

【0319】

[0200]上記で説明された動作は、ブロックに関して説明されている。そのような説明は、ルーマコーディングブロックおよび／またはクロマコーディングブロックのための動作であるものとして理解されるべきである。上記で説明されたように、いくつかの例では、ルーマコーディングブロックおよびクロマコーディングブロックは、CUのルーマ成分およびクロマ成分である。いくつかの例では、ルーマコーディングブロックおよびクロマコーディングブロックは、PUのルーマ成分およびクロマ成分である。

【0320】

[0201]いくつかの例では、ルーマコーディングブロックに関して実施される動作は、クロマコーディングブロックのために繰り返される必要はない。一例として、ルーマコーディングブロックのための動きベクトル（MV）と参照ピクチャとを識別するための動作は、クロマブロックのためのMVと参照ピクチャとを識別するために繰り返される必要はない。むしろ、ルーマコーディングブロックのためのMVは、クロマブロックのためのMVを決定するためにスケーリングされ得、参照ピクチャは同じであり得る。別の例として、イントラ予測プロセスは、ルーマコーディングブロックとクロマコーディングブロックとについて同じであり得る。

【0321】

[0202]ビデオエンコーダ200は、ビデオデータを記憶するように構成されたメモリと、回路内で実装され、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化し、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成するように構成された、1つまたは複

数の処理ユニットとを含む、ビデオデータを符号化するように構成されたデバイスの一例を表す。

【0322】

[0203]図9は、本開示の技法を実施し得る例示的なビデオデコーダ300を示すブロック図である。図9は、説明のために提供され、本開示で広く例示され説明されるような技法を限定するものではない。説明の目的で、本開示は、VVC（開発中のITU-T H.266）およびHEVC（ITU-T H.265）の技法に従って、ビデオデコーダ300について説明する。しかしながら、本開示の技法は、他のビデオコーディング規格に構成されたビデオコーディングデバイスによって実施され得る。

【0323】

[0204]図9の例では、ビデオデコーダ300は、コード化ピクチャバッファ（CPB）320と、エントリピー復号ユニット302と、予測処理ユニット304と、逆量子化ユニット306と、逆変換処理ユニット308と、再構成ユニット310と、フィルタユニット312と、復号ピクチャバッファ（DPB）314とを含む。CPBメモリ320、エントリピー復号ユニット302、予測処理ユニット304、逆量子化ユニット306、逆変換処理ユニット308、再構築ユニット310、フィルタユニット312、およびDPB314のいずれかまたはすべては、1つもしくは複数のプロセッサにおいてまたは処理回路において実装され得る。たとえば、ビデオデコーダ300のユニットは、1つもしくは複数の回路もしくは論理要素として、ハードウェア回路の一部として、またはFPGAのプロセッサ、ASICの一部として実装され得る。その上、ビデオデコーダ300は、これらおよび他の機能を実施するための追加または代替のプロセッサまたは処理回路を含み得る。

【0324】

[0205]予測処理ユニット304は、動き補償ユニット316と、イントラ予測ユニット318とを含む。予測処理ユニット304は、他の予測モードに従って予測を実施するための追加のユニットを含み得る。例として、予測処理ユニット304は、パレットユニット、（動き補償ユニット316の一部を形成し得る）イントラブロックコピーユニット、アフィンユニット、線形モデル（LM）ユニット、複合インターイントラ予測（CIEIP）ユニットなどを含み得る。他の例では、ビデオデコーダ300は、より多数の、より少数の、または異なる機能の構成要素を含み得る。

【0325】

[0206]CPBメモリ320は、ビデオデコーダ300の構成要素によって復号されるべき、符号化されたビデオビットストリームなどのビデオデータを記憶し得る。CPBメモリ320に記憶されるビデオデータは、たとえば、コンピュータ可読媒体110（図1）から取得され得る。CPBメモリ320は、符号化されたビデオビットストリームからの符号化されたビデオデータ（たとえば、シンタックス要素）を記憶するCPBを含み得る。また、CPBメモリ320は、ビデオデコーダ300の様々なユニットからの出力を表す一時データなどの、コーディングされたピクチャのシンタックス要素以外のビデオデータを記憶し得る。DPB314は、概して、符号化されたビデオビットストリームの後続のデータまたはピクチャを復号するときにビデオデコーダ300が参照ビデオデータとして出力および／または使用し得る、復号されたピクチャを記憶する。CPBメモリ320およびDPB314は、SDRAMを含むDRAM、MRAM、RRAM、または他のタイプのメモリデバイスなどの、様々なメモリデバイスのいずれかによって形成され得る。CPBメモリ320およびDPB314は、同じメモリデバイスまたは別個のメモリデバイスによって提供され得る。様々な例では、CPBメモリ320は、ビデオデコーダ300の他の構成要素とともにオンチップであるか、またはそれらの構成要素に対してオフチップであり得る。

【0326】

[0207]追加または代替として、いくつかの例では、ビデオデコーダ300は、メモリ120（図1）からコーディングされたビデオデータを取り出し得る。すなわち、メモリ1

10

20

30

40

50

20は、CPBメモリ320を用いて上記で説明されたようにデータを記憶し得る。同様に、メモリ120は、ビデオデコーダ300の機能の一部またはすべてが、ビデオデコーダ300の処理回路によって実行されるべきソフトウェアにおいて実装されたとき、ビデオデコーダ300によって実行されるべき命令を記憶し得る。

【0327】

[0208]図9に示されている様々なユニットは、ビデオデコーダ300によって実施される動作を理解するのを支援するために示されている。ユニットは、固定機能回路、プログラマブル回路、またはそれらの組合せとして実装され得る。図8と同様に、固定機能回路は、特定の機能を与える回路を指し、実施され得る動作にあらかじめ設定される。プログラマブル回路は、様々なタスクを実施するように、および実施され得る動作においてフレキシブルな機能を提供するようにプログラムされ得る回路を指す。たとえば、プログラマブル回路は、ソフトウェアまたはファームウェアの命令によって定義された様式でプログラマブル回路を動作させるソフトウェアまたはファームウェアを実行し得る。固定機能回路は、（たとえば、パラメータを受信するかまたはパラメータを出力するために）ソフトウェア命令を実行し得るが、固定機能回路が実施する動作のタイプは、概して不変である。いくつかの例では、ユニットのうちの1つまたは複数は、別個の回路ブロック（固定機能またはプログラマブル）であり得、いくつかの例では、ユニットのうちの1つまたは複数は、集積回路であり得る。

【0328】

[0209]ビデオデコーダ300は、ALU、EFU、デジタル回路、アナログ回路、および／またはプログラマブル回路から形成されるプログラマブルコアを含み得る。ビデオデコーダ300の動作が、プログラマブル回路上で実行するソフトウェアによって実行される例では、オンチップまたはオフチップメモリは、ビデオデコーダ300が受信し、実行するソフトウェアの命令（たとえば、オブジェクトコード）を記憶し得る。

【0329】

[0210]エントロピー復号ユニット302は、CPBから符号化されたビデオデータを受信し、シンタックス要素を再生するためにビデオデータをエントロピー復号し得る。予測処理ユニット304、逆量子化ユニット306、逆変換処理ユニット308、再構築ユニット310、およびフィルタユニット312は、ビットストリームから抽出されたシンタックス要素に基づいて、復号されたビデオデータを生成し得る。

【0330】

[0211]概して、ビデオデコーダ300は、ブロックごとにピクチャを再構成する。ビデオデコーダ300は、各ブロックに対して個々に再構成動作を実施し得る（ここで、現在再構成されているブロック、すなわち、現在復号されているブロックは、「現在ブロック」と呼ばれることがある）。

【0331】

[0212]エントロピー復号ユニット302は、量子化された変換係数ブロックの量子化された変換係数を定義するシンタックス要素、ならびに量子化パラメータ（QP）および／または変換モード指示などの変換情報をエントロピー復号し得る。逆量子化ユニット306は、量子化の程度を決定するために、また同様に、逆量子化ユニット306が適用すべき逆量子化の程度を決定するために、量子化された変換係数ブロックと関連付けられるQPを使用し得る。逆量子化ユニット306は、量子化された変換係数を逆量子化するために、たとえば、ビット単位の左シフト動作を実施し得る。逆量子化ユニット306は、それによって、変換係数を含む変換係数ブロックを形成し得る。

【0332】

[0213]逆量子化ユニット306が変換係数ブロックを形成した後、逆変換処理ユニット308は、現在ブロックに関連付けられた残差ブロックを生成するために、変換係数ブロックに1つまたは複数の逆変換を適用し得る。たとえば、逆変換処理ユニット308は、変換係数ブロックに、逆DCT、逆整数変換、逆カルーネンレーベ変換（KLT）、逆回転変換、逆方向変換、または別の逆変換を適用し得る。

【0333】

[0214]さらに、予測処理ユニット304は、エントロピー復号ユニット302によってエントロピー復号された予測情報シンタックス要素に従って予測ブロックを生成する。たとえば、現在ブロックがインター予測されることを予測情報シンタックス要素が示す場合、動き補償ユニット316は予測ブロックを生成し得る。この場合、予測情報シンタックス要素は、参照ブロックをそこから取り出すDPB314の中の参照ピクチャ、ならびに現在ピクチャの中の現在ブロックのロケーションに対する参照ピクチャの中の参照ブロックのロケーションを特定する、動きベクトルを示し得る。動き補償ユニット316は、概して、動き補償ユニット224（図8）に関して説明したのと実質的に同様の方法で、インター予測プロセスを実施し得る。

10

【0334】

[0215]別の例として、予測情報シンタックス要素が、現在ブロックがイントラ予測されることを示す場合、イントラ予測ユニット318は、予測情報シンタックス要素によって示されるイントラ予測モードに従って予測ブロックを生成し得る。再び、イントラ予測ユニット318は、概して、イントラ予測ユニット226（図8）に関して説明されたのと実質的に同様の方法で、イントラ予測プロセスを実施し得る。イントラ予測ユニット318は、DPB314から、現在ブロックに対する隣接サンプルのデータを取り出し得る。

【0335】

[0216]再構成ユニット310は、予測ブロックと残差ブロックとを使用して現在ブロックを再構成し得る。たとえば、再構成ユニット310は、現在ブロックを再構成するために、予測ブロックの対応するサンプルに残差ブロックのサンプルを加算し得る。

20

【0336】

[0217]フィルタユニット312は、再構成されたブロックに対して1つまたは複数のフィルタ演算を実施し得る。たとえば、フィルタユニット312は、再構成されたブロックのエッジに沿ってブロックネスアーティファクトを低減するためにデブロッキング動作を実施し得る。フィルタユニット312の動作は、必ずしもすべての例で実行されるとは限らない。

【0337】

[0218]ビデオデコーダ300は、再構成されたブロックをDPB314に記憶し得る。たとえば、フィルタユニット312の動作が実施されない例では、再構築ユニット310は、再構築されたブロックをDPB314に記憶し得る。フィルタユニット312の動作が実施される例では、フィルタユニット312は、フィルタ処理された再構築されたブロックをDPB314に記憶し得る。上記で説明されたように、DPB314は、イントラ予測のための現在ピクチャのサンプル、および後続の動き補償のための前に復号されたピクチャなど、参照情報を予測処理ユニット304に提供し得る。その上、ビデオデコーダ300は、DPB314からの復号されたピクチャ（たとえば、復号されたビデオ）を、図1のディスプレイデバイス118などのディスプレイデバイス上での後続の提示のために、出力し得る。

30

【0338】

[0219]このようにして、ビデオデコーダ300は、ビデオデータを記憶するように構成されたメモリと、回路中に実装され、本開示の技法を実施するように構成された1つまたは複数の処理ユニットとを含む、ビデオ復号デバイスの一例を表す。

40

【0339】

[0220]図10は、現在ブロックを符号化するための例示的な方法を示すフローチャートである。現在ブロックは現在CUを備え得る。ビデオエンコーダ200（図1および図8）に関して説明されるが、他のデバイスが図10の方法と同様の方法を実施するように構成され得ることを理解されたい。

【0340】

[0221]この例では、ビデオエンコーダ200は、最初に、現在ブロックを予測する（350）。たとえば、ビデオエンコーダ200は、現在ブロックのための予測ブロックを形

50

成し得る。ビデオエンコーダ 200 は、次いで、現在ブロックのための残差ブロックを計算し得る (352)。残差ブロックを計算するために、ビデオエンコーダ 200 は、元の符号化されていないブロックと、現在ブロックのための予測ブロックとの間の差分を計算し得る。ビデオエンコーダ 200 は、次いで、残差ブロックを変換し、残差ブロックの変換係数を量子化し得る (354)。次に、ビデオエンコーダ 200 は、残差ブロックの量子化された変換係数を走査し得る (356)。具体的には、ビデオエンコーダ 200 は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することと、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化することと、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成することを含む、本開示の技法を実施し得る。

【0341】

[0222] 走査中に、または走査に続いて、ビデオエンコーダ 200 は、変換係数をエントロピー符号化し得る (358)。たとえば、ビデオエンコーダ 200 は、C A V L C または C A B A C を使用して変換係数を符号化し得る。ビデオエンコーダ 200 は、次いで、ブロックのエントロピー符号化されたデータを出力し得る (360)。

【0342】

[0223] 図 11 は、ビデオデータの現在ブロックを復号するための例示的な方法を示すフローチャートである。現在ブロックは現在 C U を備え得る。ビデオデコーダ 300 (図 1 および図 9) に関して説明されるが、他のデバイスが図 11 の方法と同様の方法を実施するように構成され得ることを理解されたい。

【0343】

[0224] ビデオデコーダ 300 は、エントロピー符号化された予測情報、および現在ブロックに対応する残差ブロックの変換係数についてのエントロピー符号化されたデータなど、現在ブロックについてのエントロピー符号化されたデータを受信し得る (370)。ビデオデコーダ 300 は、現在ブロックについての予測情報を決定するために、および残差ブロックの変換係数を再生するために、エントロピー符号化されたデータをエントロピー復号し得る (372)。ビデオデコーダ 300 は、現在ブロックのための予測ブロックを計算するために、たとえば、現在ブロックのための予測情報によって示されるイントラ予測またはインター予測モードを使用して、現在ブロックを予測し得る (374)。ビデオデコーダ 300 は、次いで、量子化された変換係数のブロックを作成するために、再生された変換係数を逆走査し得る (376)。ビデオデコーダ 300 は、次いで、残差ブロックを作り出すために、変換係数を逆量子化し、変換係数に逆変換を適用し得る (378)。ビデオデコーダ 300 は、予測ブロックと残差ブロックとを組み合わせることによって、最終的に現在ブロックを復号する (380)。

【0344】

[0225] 図 12 は、本開示の技法による、ビデオデータを符号化する例示的な方法を示すフローチャートである。ビデオエンコーダ 200 (図 1 および図 8) に関して説明されるが、他のデバイスが図 12 の方法と同様の方法を実行するように構成され得ることを理解されたい。

【0345】

[0226] 図 12 に示されているように、ビデオエンコーダ 200 (たとえば、量子化ユニット 208) は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る (402)。いくつかの例では、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、ビデオエンコーダ 200 は、ビデオデータのブロック

に関連付けられたサイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループを分類し、スケーリングされた変換係数のグループの分類に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択し得る。

【0346】

[0227]いくつかの例では、スケーリングされた変換係数のグループを分類するために、ビデオエンコーダ200は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに関するインデックスを決定し、スケーリングされた変換係数のグループの分類に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択し得、ビデオエンコーダ200は、決定されたインデックスを使用して、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するために、量子化オフセットパラメータの複数のセットに索引付けし得る。

【0347】

[0228]いくつかの例では、スケーリングされた変換係数のグループは、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報は、ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーションとビデオデータのブロックのブロックサイズとを備える。いくつかの例では、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループを分類することは、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数の値に基づかない。

【0348】

[0229]いくつかの例では、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、ビデオエンコーダ200は、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータのセットよりも小さな大きさを有するパラメータのセットを決定し得、パラメータのセットに基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。

【0349】

[0230]いくつかの例では、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、ビデオエンコーダ200は、ニューラルネットワークを使用して、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。いくつかの例では、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、ビデオエンコーダ200は、分類技法または回帰技法のうちの少なくとも1つを使用して、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し得る。

【0350】

[0231]ビデオエンコーダ200（たとえば、量子化ユニット208）は、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化し得る（404）。

【0351】

[0232]ビデオエンコーダ200（たとえば、エントロピー符号化ユニット220）は、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成し得る（406）。

【0352】

[0233]いくつかの例では、ビデオエンコーダ200は、複数のスケーリングされた変換

10

20

30

40

50

係数を、ビデオデータのブロックのサブブロックに関連付けられた、スケーリングされた変換係数の複数のグループに分割し得、ここで、スケーリングされた変換係数の複数のグループは、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを含む。いくつかの例では、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、ビデオエンコーダ200は、スケーリングされた変換係数の複数のグループの各々に関して、量子化オフセットパラメータの対応するセットを決定し得、ここで、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化することは、量子化オフセットパラメータの対応するセットに基づいて、スケーリングされた変換係数の複数のグループの各々を量子化することを含む。

10

【0353】

[0234]いくつかの例では、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を量子化するために、ビデオエンコーダ200は、各スケーリングされた変換係数に関して、量子化オフセットパラメータのセットから対応する量子化オフセットパラメータを決定し得、対応する量子化オフセットパラメータに少なくとも部分的に基づいて、各スケーリングされた変換係数を量子化し得る。

【0354】

[0235]いくつかの例では、量子化オフセットパラメータの複数のセットは、量子化オフセットベクトルを備える。

【0355】

20

[0236]本開示の第1の態様の例示的な例は以下を含む。

【0356】

[0237]態様1：ビデオデータをコーディングする方法であって、本開示で説明される技法の任意の組合せを備える方法。

【0357】

[0238]態様2：ビデオデータをコーディングする方法であって、現在ブロックのためのスケーリングされた変換係数および現在ブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータの現在ブロックのための複数の変換係数に対する複数の量子化オフセットベクトルを決定することと、複数の量子化オフセットベクトルに少なくとも部分的に基づいて、現在ブロックのための量子化された変換係数を生成するために、現在ブロックのための変換係数を量子化することと、を備える方法。

30

【0358】

[0239]態様3：変換係数を変換係数の複数のサブグループにスプリットすることをさらに備え、現在ブロックのための複数の変換係数に対する複数の量子化オフセットベクトルを決定することが、変換係数の複数のサブグループの各サブグループに対する量子化オフセットベクトルを決定することを備える、態様2に記載の方法。

【0359】

[0240]態様4：複数の量子化オフセットベクトルを決定することが、複数のインデックス値を決定することと、複数のインデックス値を使用して、複数の量子化オフセットベクトルを決定するために量子化オフセットベクトルの表にインデックス付けすることをさらに備える、態様2および3の任意の組合せに記載の方法。

40

【0360】

[0241]態様5：複数のインデックス値を決定することが、変換係数グループ内の複数の変換係数の値に少なくとも部分的に基づく、態様4に記載の方法。

【0361】

[0242]態様6：複数のインデックス値を決定することが、変換係数ブロックのサイズおよび変換係数ブロック中の変換係数グループのロケーションに少なくとも部分的に基づく、態様4および5の任意の組合せに記載の方法。

【0362】

[0243]態様7：複数のインデックス値を決定することが、現在ブロックがイントラスラ

50

イスの一部であるかどうか少なくとも部分的に基づく、態様 4 から 6 の任意の組合せに記載の方法。

【0363】

[0244]態様 8：複数の量子化オフセットベクトルを決定することが、現在ブロックのためのスケーリングされた変換係数なしに、複数の量子化オフセットベクトルのうちの 1 つまたは複数を決定することと、現在ブロックのためのスケーリングされた変換係数に基づいて、他の量子化オフセットベクトルを決定することとをさらに備える、態様 2 から 7 の任意の組合せに記載の方法。

【0364】

[0245]態様 9：ビデオデータの現在ブロックのための複数の変換係数に対する複数の量子化オフセットベクトルを決定することが、より小さな大きさのパラメータベクトルを使用して量子化オフセットベクトルを定義することを備える、態様 2 から 8 の任意の組合せに記載の方法。

【0365】

[0246]態様 10：サイド情報が、スライスタイプ、ブロックサイズ、予測のタイプ、または量子化されるべき現在ブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示のうちの 1 つまたは複数を備える、態様 2 から 9 の任意の組合せに記載の方法。

【0366】

[0247]態様 11：ビデオデータの現在ブロックのための変換係数を量子化することが、現在ブロックのための変換係数の第 2 の変換係数と並列して、現在ブロックのための変換係数の第 1 の変換係数を量子化することを備える、態様 2 から 10 の任意の組合せに記載の方法。

【0367】

[0248]態様 12：現在ブロックのための複数の変換係数に対する複数の量子化オフセットベクトルを決定することが、現在ブロックのための量子化された変換係数の単一の要素の変更に基づいて、ビデオデータの現在ブロックのための量子化された変換係数をエントロピーコーディングするためのビット数において推定される変更を決定することを備える、態様 2 から 11 の任意の組合せに記載の方法。

【0368】

[0249]態様 13：現在ブロックのための量子化された変換係数の単一の要素の変更に基づいて、現在ブロックのための量子化された変換係数をエントロピーコーディングするためのビット数において推定される変更を決定することが、現在ブロックのための複数の変換係数に対する複数の量子化オフセットベクトルを決定するために一度計算された同じ推定規則を使用することを備える、態様 12 に記載の方法。

【0369】

[0250]態様 14：現在ブロックのための複数の変換係数に対する複数の量子化オフセットベクトルを決定することが、各特定の非ゼロ変換係数に対して、その特定の非ゼロ変換係数をエントロピーコーディングするために使用される算術コーディングコンテキストのインデックスを導出せずに、現在ブロックのための複数の変換係数に対する複数の量子化オフセットベクトルを決定することを備える、態様 2 から 13 の任意の組合せに記載の方法。

【0370】

[0251]態様 15：現在ブロックのための複数の変換係数に対する複数の量子化オフセットベクトルを決定することが、統計技法または機械学習技法のうちの少なくとも 1 つを使用して、複数の量子化オフセットベクトルの値を最適化することを備える、態様 2 から 14 の任意の組合せに記載の方法。

【0371】

[0252]態様 16：統計技法または機械学習技法のうちの少なくとも 1 つが、分類技法または回帰技法のうちの少なくとも 1 つを備える、態様 15 に記載の方法。

【0372】

[0253] 態様 17：回帰技法が一般的な回帰技法を備える、態様 16 に記載の方法。

【0373】

[0254] 態様 18：分類技法が分類木を備える、態様 16 および 17 の任意の組合せに記載の方法。

【0374】

[0255] 態様 19：コーディングすることが復号することを備える、態様 2 から 18 の任意の組合せに記載の方法。

【0375】

[0256] 態様 20：コーディングすることが符号化することを備える、態様 2 から 18 の任意の組合せに記載の方法。

10

【0376】

[0257] 態様 21：ビデオデータをコーディングするためのデバイスであって、態様 1 から 20 のいずれかに記載の方法を実行するための 1 つまたは複数の手段を備えるデバイス。

【0377】

[0258] 態様 22：1 つまたは複数の手段が、回路内で実装される 1 つまたは複数のプロセッサを備える、態様 21 に記載のデバイス。

【0378】

[0259] 態様 23：ビデオデータを記憶するためのメモリをさらに備える、態様 21 および 22 の任意の組合せに記載のデバイス。

20

【0379】

[0260] 態様 24：復号されたビデオデータを表示するように構成されたディスプレイをさらに備える、態様 21 から 23 の任意の組合せに記載のデバイス。

【0380】

[0261] 態様 25：デバイスが、カメラ、コンピュータ、モバイルデバイス、ブロードキャスト受信機デバイス、またはセットトップボックスのうちの 1 つまたは複数を含む、態様 21 から 24 の任意の組合せに記載のデバイス。

【0381】

[0262] 態様 26：デバイスがビデオデコーダを備える、態様 21 から 25 の任意の組合せに記載のデバイス。

30

【0382】

[0263] 態様 27：デバイスがビデオエンコーダを備える、態様 21 から 26 の任意の組合せに記載のデバイス。

【0383】

[0264] 態様 28：実行されたとき、1 つまたは複数のプロセッサに、態様 1 から 20 の任意の組合せに記載の方法を実施させる命令を記憶したコンピュータ可読記憶媒体。

【0384】

[0265] 本開示の第 2 の態様の例示的な例は以下を含む。

【0385】

[0266] 態様 1：ビデオデータを符号化する方法であって、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することと、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化することと、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成することとを備える方法。

40

【0386】

[0267] 態様 2：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することが、ビデオデータのブロ

50

ックに関連付けられたサイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択することを備える、態様1に記載の方法。

【0387】

[0268]態様3：量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択することが、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに関連付けられたインデックスを決定することと、スケーリングされた変換係数のグループに関連付けられたインデックスを使用して、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するために量子化オフセットパラメータの複数のセットに索引付けすること（indexing）とを備える、態様2に記載の方法。

10

【0388】

[0269]態様4：スケーリングされた変換係数のグループが、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報が、ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーションとビデオデータのブロックのブロックサイズとを備える、態様2または3に記載の方法。

【0389】

[0270]態様5：量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択することが、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループのスケーリングされた変換係数値を使用せずに、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択することを備える、態様4に記載の方法。

20

【0390】

[0271]態様6：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することが、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータのセットのパラメータ化のためのパラメータのセットを決定することと、パラメータのセットが、量子化オフセットパラメータのセットよりも小さなサイズを有する；より小さなサイズを有するパラメータのセットに基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することとを備える、態様1に記載の方法。

30

【0391】

[0272]態様7：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することが、ニューラルネットワークを使用して、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することをさらに備える、態様1から5のいずれか1つに記載の方法。

40

【0392】

[0273]態様8：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することが、分類技法または回帰技法のうちの少なくとも1つを使用して、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することをさらに備える、態様7に記載の方法。

【0393】

[0274]態様9：ビデオデータのブロックの複数のスケーリングされた変換係数をビデオデータのブロックのサブブロックに関連付けられた、スケーリングされた変換係数の複数のグループに分割することをさらに備え、ここにおいて、スケーリングされた変換係数の

50

複数のグループが、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを含み、ここにおいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することが、スケーリングされた変換係数の複数のグループの各々に関して、量子化オフセットパラメータの対応するセットを決定することを備え、および、ここにおいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化することが、量子化オフセットパラメータの対応するセットに基づいて、スケーリングされた変換係数の複数のグループの各々を量子化することを含む、態様 1 から 8 のいずれか 1 つの記載の方法。

【0394】

[0275]態様 10：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化することが、スケーリングされた変換係数のグループの各スケーリングされた変換係数に対し、量子化オフセットパラメータのセットから対応する量子化オフセットパラメータを決定することと、対応する量子化オフセットパラメータに少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループの各スケーリングされた変換係数を量子化することとをさらに含む、態様 1 から 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

10

【0395】

[0276]態様 11：サイド情報が、ビデオデータのブロックのスライスタイプ、ビデオデータのブロックのブロックサイズ、またはビデオデータのブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示のうちの 1 つまたは複数を含む、態様 1 から 10 のいずれか 1 つの記載の方法。

20

【0396】

[0277]態様 12：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することが、エントロピーコーディングを介して決定された 1 つまたは複数のビットコスト推定を使用せずに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することを備える、態様 1 から 11 のいずれか 1 つに記載の方法。

【0397】

[0278]態様 13：量子化オフセットパラメータのセットが量子化オフセットベクトルを備える、態様 1 から 12 のいずれか 1 つに記載の方法。

30

【0398】

[0279]態様 14：ビデオデータを符号化するためのデバイスであって、メモリと、メモリと通信している処理回路を備え、処理回路が、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化し、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成するように構成されるデバイス。

40

【0399】

[0280]態様 15：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、処理回路が、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するようにさらに構成される、態様 14 に記載のデバイス。

【0400】

[0281]態様 16：量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するために、処理回路が、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に少なくとも部分的に基

50

づいて、スケーリングされた変換係数のグループに関連付けられたインデックスを決定し、スケーリングされた変換係数のグループに関連付けられたインデックスを使用して、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するために量子化オフセットパラメータの複数のセットに索引付けするようにさらに構成される、態様 15 に記載のデバイス。

【0401】

[0282]態様 17：スケーリングされた変換係数のグループが、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報が、ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーションとビデオデータのブロックのブロックサイズとを備える、態様 15 または 16 に記載のデバイス。

10

【0402】

[0283]態様 18：量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するために、処理回路が、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループのスケーリングされた変換係数値を使用せずに、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するようにさらに構成される、態様 17 に記載のデバイス。

【0403】

[0284]態様 19：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、処理回路が、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータのセットのパラメータ化のためのパラメータのセットを決定することと、パラメータのセットが量子化オフセットパラメータのセットよりも小さなサイズを有する、より小さなサイズを有するパラメータのセットに基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することとを行うようにさらに構成される、態様 14 に記載のデバイス。

20

【0404】

[0285]態様 20：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、処理回路が、ニューラルネットワークを使用して、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するようにさらに構成される、態様 14 から 18 のいずれか 1 つに記載のデバイス。

30

【0405】

[0286]態様 21：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、処理回路が、分類技法または回帰技法のうちの少なくとも 1 つを使用して、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するようにさらに構成される、態様 20 に記載のデバイス。

40

【0406】

[0287]態様 22：処理回路が、ビデオデータのブロックの複数のスケーリングされた変換係数をビデオデータのブロックのサブブロックに関連付けられた、スケーリングされた変換係数の複数のグループに分割することを行うようにさらに構成され、ここにおいて、スケーリングされた変換係数の複数のグループが、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを含む、ここにおいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、処理回路が、スケーリングされた変換係数の複数のグループの各々に関して、量子化オフセットパラメータの対応するセットを決定するようにさらに構成される、および、ここにおいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換

50

係数のグループを量子化することが、量子化オフセットパラメータの対応するセットに基づいて、スケーリングされた変換係数の複数のグループの各々を量子化することを含む、態様 1 4 から 2 1 のいずれか 1 つの記載のデバイス。

【0407】

[0288]態様 2 3：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化するために、処理回路が、スケーリングされた変換係数のグループの各スケーリングされた変換係数に関して、量子化オフセットパラメータのセットから対応する量子化オフセットパラメータを決定し、対応する量子化オフセットパラメータに少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループの各スケーリングされた変換係数を量子化するようにさらに構成される、態様 1 4 から 2 2 のいずれか 1 つに記載のデバイス。

10

【0408】

[0289]態様 2 4：サイド情報が、ビデオデータのブロックのスライスタイプ、ビデオデータのブロックのブロックサイズ、またはビデオデータのブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示のうちの 1 つまたは複数を含む、態様 1 4 から 2 3 のいずれか 1 つの記載のデバイス。

【0409】

[0290]態様 2 5：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するために、処理回路が、エン트로ピーコーディングを介して決定された 1 つまたは複数のビットコスト推定を使用せずに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するようにさらに構成される、態様 1 4 から 2 4 のいずれか 1 つに記載のデバイス。

20

【0410】

[0291]態様 2 6：量子化オフセットパラメータの複数のセットが量子化オフセットベクトルを備える、態様 1 4 から 2 5 のいずれか 1 つに記載のデバイス。

【0411】

[0292]態様 2 7：前記デバイスが、カメラ、コンピュータ、またはモバイルデバイスのうちの 1 つまたは複数を含む、態様 1 4 から 2 6 のいずれか 1 つに記載のデバイス。

【0412】

[0293]態様 2 8：ビデオデータを符号化するための装置であって、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段と、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化するための手段と、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成するための手段とを備える装置。

30

【0413】

[0294]態様 2 9：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段が、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するための手段をさらに備える、態様 2 8 に記載の装置。

40

【0414】

[0295]態様 3 0：量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するための手段が、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに関連付けられたインデックスを決定するための手段と、スケーリングされた変換係数のグループに関連付けられたインデックスを使用

50

して、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するために量子化オフセットパラメータの複数のセットに索引付けするための手段とをさらに備える、態様 29 に記載の装置。

【0415】

[0296] 態様 31：スケーリングされた変換係数のグループが、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報が、ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーションとビデオデータのブロックのブロックサイズとを備える、態様 29 または 30 に記載の装置。

【0416】

[0297] 態様 32：量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するための手段が、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループのスケーリングされた変換係数値を使用せずに、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するための手段とをさらに備える、態様 31 に記載の装置。

【0417】

[0298] 態様 33：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段が、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータのセットのパラメータ化のためのパラメータのセットを決定するための手段と、パラメータのセットが量子化パラメータのセットよりも小さなサイズを有する、より小さなサイズを有するパラメータのセットに基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段とをさらに備える、態様 28 に記載の装置。

【0418】

[0299] 態様 34：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段が、ニューラルネットワークを使用して、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段とをさらに備える、態様 28 から 32 のいずれか 1 つに記載の装置。

【0419】

[0300] 態様 35：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段が、分類技法または回帰技法のうちの少なくとも 1 つを使用して、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段を備える、態様 34 に記載の装置。

【0420】

[0301] 態様 36：ビデオデータのブロックの複数のスケーリングされた変換係数をビデオデータのブロックのサブブロックに関連付けられた、スケーリングされた変換係数の複数のグループに分割するための手段とをさらに備え、ここにおいて、スケーリングされた変換係数の複数のグループが、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを含む、ここにおいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段が、スケーリングされた変換係数の複数のグループの各々に関して、量子化オフセットパラメータの対応するセットを決定するための手段を備え、および、ここにおいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化するための手段が、量子化オフセットパラメータの対応するセットに基づいて、スケーリングされた変換係数の複数のグループの各々を量子化するための手段とをさらに含む、態様 28 から 3

10

20

30

40

50

5のいずれか1つの記載の装置。

【0421】

[0302]態様37：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化するための手段が、スケーリングされた変換係数のグループの各スケーリングされた変換係数に関して、量子化オフセットパラメータのセットから対応する量子化オフセットパラメータを決定するための手段と、対応する量子化オフセットパラメータに少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループの各スケーリングされた変換係数を量子化するための手段とをさらに備える、態様28から36のいずれか1つに記載の装置。

【0422】

[0303]態様38：サイド情報が、ビデオデータのブロックのスライスタイプ、ビデオデータのブロックのブロックサイズ、またはビデオデータのブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示のうちの1つまたは複数を含む、態様28から37のいずれか1つの記載の装置。

【0423】

[0304]態様39：ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段が、エントロピーコーディングを介して決定された1つまたは複数のビットコスト推定を使用せずに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段を備える、態様28から38のいずれか1つに記載の装置。

【0424】

[0305]態様40：量子化オフセットパラメータのセットが量子化オフセットベクトルを備える、態様28から39のいずれか1つに記載の装置。

【0425】

[0306]態様41：命令をその上に記憶したコンピュータ可読記憶媒体であって、命令が、実行されたとき、1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させ、量子化オフセットパラメータのセットに少なくとも部分的に基づいてビデオデータのブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化させ、ビデオデータのブロックのための量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成させる、コンピュータ可読記憶媒体。

【0426】

[0307]態様42：1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させる命令が、1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択させる命令を備える、態様41に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0427】

[0308]態様43：1つまたは複数のプロセッサに、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択させる命令が、1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに対するインデックスを決定させ、インデックスを使用して、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択するために量子化オフセットパラメータの複数のセットに索引付けさせる命令を備える、態様42に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0428】

[0309]態様44：スケーリングされた変換係数のグループが、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報が、ビデオデータのブロック内のサブブロックのロケーションとビデオデータのブロックのブロックサイズとを備える、態様42または43に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0429】

[0310]態様45：1つまたは複数のプロセッサに、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択させる命令が、1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループのスケーリングされた変換係数値を使用せずに、量子化オフセットパラメータの複数のセットからスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを選択させる命令を備える、態様44に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

10

【0430】

[0311]態様46：1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させる命令が、1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータのセットのパラメータ化のためのパラメータのセットを決定することと、パラメータのセットが量子化オフセットパラメータのセットよりも小さなサイズを有する、より小さなサイズを有するパラメータのセットに基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することとを行わせる命令を備える、態様41に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

20

【0431】

[0312]態様47：1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させる命令が、1つまたは複数のプロセッサに、ニューラルネットワークを使用して、ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させる命令を備える、態様41から45のいずれか1つに記載のコンピュータ可読記憶媒体。

30

【0432】

[0313]態様48：1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させる命令が、1つまたは複数のプロセッサに、分類技法または回帰技法のうちの少なくとも1つを使用して、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させる命令を備える、態様47に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0433】

[0314]態様49：命令がさらに、1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックの複数のスケーリングされた変換係数をビデオデータのブロックのサブブロックに関連付けられた、スケーリングされた変換係数の複数のグループに分割させ、ここにおいて、スケーリングされた変換係数の複数のグループが、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを含む、ここにおいて、1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させる命令が、1つまたは複数のプロセッサに、スケーリングされた変換係数の複数のグループの各々に関して、量子化オフセットパラメータの対応するセットを決定させる命令を備え、および、ここにおいて、1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグ

40

50

ループを量子化させる命令が、1つまたは複数のプロセッサに、量子化オフセットパラメータの対応するセットに基づいて、スケーリングされた変換係数の複数のグループの各々を量子化させる命令を備える、態様41から48のいずれか1つの記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0434】

[0315]態様50：1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループを量子化させる命令が、1つまたは複数のプロセッサに、スケーリングされた変換係数のグループの各スケーリングされた変換係数に関して、量子化オフセットパラメータのセットから対応する量子化オフセットパラメータを決定させ、対応する量子化オフセットパラメータに少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数のグループの各スケーリングされた変換係数を量子化させる命令を備える、態様41から49のいずれか1つに記載のコンピュータ可読記憶媒体。

10

【0435】

[0316]態様51：サイド情報が、ビデオデータのブロックのスライスタイプ、ビデオデータのブロックのブロックサイズ、またはビデオデータのブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示のうちの1つまたは複数を含む、態様41から50のいずれか1つの記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0436】

[0317]態様52：1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させる命令が、1つまたは複数のプロセッサに、エントロピーコーディングを介して決定された1つまたは複数のビットコスト推定を使用せずに、ビデオデータのブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定させる命令を備える、態様41から51のいずれか1つに記載のコンピュータ可読記憶媒体。

20

【0437】

[0318]態様53：量子化オフセットパラメータのセットが量子化オフセットベクトルを備える、態様41から52のいずれか1つに記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【0438】

[0319]上記例に応じて、本明細書で説明された技法のいずれかのいくつかの行為またはイベントは、異なるシーケンスで実施され得、追加、マージ、または完全に除外され得る（たとえば、すべての説明された行為またはイベントが本技法の実践のために必要であるとは限らない）ことを認識されたい。その上、いくつかの例では、行為またはイベントは、連続的にではなく、たとえば、マルチスレッド処理、割込み処理、または複数のプロセッサを通して同時に実施され得る。

30

【0439】

[0320]1つまたは複数の例では、説明された機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組合せにおいて実装され得る。ソフトウェアで実装される場合、機能は、1つまたは複数の命令またはコードとして、コンピュータ可読媒体上に記憶されるか、またはコンピュータ可読媒体を介して送信され、ハードウェアベースの処理ユニットによって実行され得る。コンピュータ可読媒体は、データ記憶媒体などの有形媒体に対応する、コンピュータ可読記憶媒体を含み得るか、または、たとえば、通信プロトコルに従って、ある場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を容易にする任意の媒体を含む通信媒体を含み得る。このようにして、コンピュータ可読媒体は、概して、（1）非一時的である有形コンピュータ可読記憶媒体、または（2）信号もしくは搬送波などの通信媒体に、相当し得る。データ記憶媒体は、本開示において説明された技法の実装のための命令、コードおよび／またはデータ構造を取り出すために、1つもしくは複数のコンピュータまたは1つもしくは複数のプロセッサによってアクセスされ得る、任意の利用可能な媒体であり得る。コンピュータプログラム製品はコンピュータ可読媒体を含み得る。

40

50

【0440】

[0321]限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読記憶媒体は、RAM、ROM、EEPROM（登録商標）、CD-ROMもしくは他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージ、もしくは他の磁気ストレージデバイス、フラッシュメモリ、または、命令もしくはデータ構造の形態の所望のプログラムコードを記憶するために使用され得、コンピュータによってアクセスされ得る任意の他の媒体を備えることができる。また、いかなる接続もコンピュータ可読媒体と適切に呼ばれる。たとえば、命令が、同軸ケーブル、光ファイバーケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線（DSL）、または赤外線、無線、およびマイクロ波などのワイヤレス技術を使用して、ウェブサイト、サーバ、または他のリモートソースから送信される場合、同軸ケーブル、光ファイバーケーブル、ツイストペア、DSL、または赤外線、無線、およびマイクロ波などのワイヤレス技術は媒体の定義に含まれる。しかしながら、コンピュータ可読記憶媒体およびデータ記憶媒体が、接続、搬送波、信号、または他の一時的媒体を含むのではなく、代わりに非一時的な有形の記憶媒体を対象とすることを理解されたい。本明細書で使用されるディスク（disk）およびディスク（disc）は、コンパクトディスク（disc）（CD）と、レーザーディスク（登録商標）（disc）と、光ディスク（disc）と、デジタル多用途ディスク（disc）（DVD）と、フロッピー（登録商標）ディスク（disk）と、Blu-rayディスク（disc）とを含み、ここで、ディスク（disk）は通常、データを磁氣的に再生し、ディスク（disc）は、データをレーザーで光学的に再生する。上記の組合せもコンピュータ可読媒体の範囲に含まれるべきである。

10

20

【0441】

[0322]命令は、1つもしくは複数のデジタルシグナルプロセッサ（DSP）、汎用マイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路（ASIC）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、または他の同等の集積された論理回路もしくは個別の論理回路などの、1つまたは複数のプロセッサによって実行され得る。したがって、本明細書で使用される「プロセッサ」および「処理回路」という用語は、上記の構造、または本明細書で説明された技法の実装に好適な任意の他の構造のいずれかを指し得る。さらに、いくつかの態様では、本明細書で説明された機能は、符号化および復号のために構成された専用ハードウェアおよび／もしくはソフトウェアモジュール内に提供されるか、または複合コーデックに組み込まれ得る。また、本技法は、1つまたは複数の回路または論理要素で十分に実装され得る。

30

【0442】

[0323]本開示の技法は、ワイヤレスハンドセット、集積回路（IC）またはICのセット（たとえば、チップセット）を含む、多種多様なデバイスまたは装置で実装され得る。本開示では、開示される技法を実行するように構成されたデバイスの機能的態様を強調するために様々な構成要素、モジュール、またはユニットについて説明したが、必ずしも異なるハードウェアユニットによって実現する必要があるとは限らない。むしろ、上記で説明されたように、様々なユニットが、好適なソフトウェアおよび／またはファームウェアとともに、上記で説明した1つまたは複数のプロセッサを含めて、コーデックハードウェアユニットにおいて組み合わせられ得るか、または相互動作可能なハードウェアユニットの集合によって提供され得る。

40

【0443】

[0324]様々な例について説明してきた。これらおよび他の例は、次の特許請求の範囲内に入る。

以下に本願の出願当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

【C1】 ビデオデータを符号化する方法であって、

ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することと、

量子化オフセットパラメータの前記セットに少なくとも部分的に基づいて、ビデオデー

50

タの前記ブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化することと、

ビデオデータの前記ブロックのための前記量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成することと、

を備える方法。

〔C 2〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することは、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットから、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択すること、

を備える、C 1に記載の方法。

〔C 3〕 量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択することは、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループに関連付けられたインデックスを決定することと、

スケーリングされた変換係数の前記グループに関連付けられた前記インデックスを使用して、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するために量子化オフセットパラメータの前記複数のセットに索引付けることと、

を備える、C 2に記載の方法。

〔C 4〕 スケーリングされた変換係数の前記グループは、ビデオデータの前記ブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロック内の前記サブブロックのロケーションと、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズとを備える、

C 2に記載の方法。

〔C 5〕 量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択することは、

ビデオデータの前記ブロックの前記サブブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループのスケーリングされた変換係数値を使用せずに、量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択すること、

を備える、C 4に記載の方法。

〔C 6〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することは、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの前記セットのパラメータ化のためのパラメータのセットを決定することと、パラメータの前記セットは、量子化オフセットパラメータの前記セットよりも小さなサイズを有し、

前記より小さなサイズを有するパラメータの前記セットに基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することと、

を備える、C 1に記載の方法。

〔C 7〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することは、

ニューラルネットワークを使用して、ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定すること、

をさらに備える、C 1に記載の方法。

10

20

30

40

50

〔C 8〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することは、

分類技法または回帰技法のうちの少なくとも1つを使用して、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定すること、

をさらに備える、C 7に記載の方法。

〔C 9〕 ビデオデータの前記ブロックの複数のスケーリングされた変換係数を、ビデオデータの前記ブロックのサブブロックに関連付けられた、スケーリングされた変換係数の複数のグループに分割すること、

をさらに備え、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループは、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを含み、

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することは、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループの各々に対して、量子化オフセットパラメータの対応するセットを決定することを含み、

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化することは、量子化オフセットパラメータの前記対応するセットに基づいて、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループの各々を量子化することを含む、

C 1に記載の方法。

〔C 10〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化することは、

スケーリングされた変換係数の前記グループの各スケーリングされた変換係数に対し、量子化オフセットパラメータの前記セットから対応する量子化オフセットパラメータを決定することと、

前記対応する量子化オフセットパラメータに少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループの各スケーリングされた変換係数を量子化することと、をさらに備える、C 1に記載の方法。

〔C 11〕 前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロックのスライスタイプ、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズ、またはビデオデータの前記ブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示、のうちの1つまたは複数を含む、C 1に記載の方法。

〔C 12〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することは、

エントロピーコーディングを介して決定された1つまたは複数のビットコスト推定を使用せずに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定すること、

を備える、C 1に記載の方法。

〔C 13〕 量子化オフセットパラメータの前記セットは量子化オフセットベクトルを備える、C 1に記載の方法。

〔C 14〕 ビデオデータを符号化するためのデバイスであって、メモリと、

前記メモリユニットと通信している処理回路と、

を備え、前記処理回路は、

ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定し、

量子化オフセットパラメータの前記セットに少なくとも部分的に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化し、

ビデオデータの前記ブロックのための前記量子化された変換係数に少なくとも部分的に

10

20

30

40

50

基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成する、
ように構成されるデバイス。

〔C 1 5〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するために、前記処理回路は、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットから、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択する、

ようにさらに構成される、C 1 4に記載のデバイス。

〔C 1 6〕 量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するために、前記処理回路は、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループに関連付けられたインデックスを決定し、

スケーリングされた変換係数の前記グループに関連付けられた前記インデックスを使用して、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するために量子化オフセットパラメータの複数のセットに索引付ける、
ようにさらに構成される、C 1 5に記載のデバイス。

〔C 1 7〕 スケーリングされた変換係数の前記グループは、ビデオデータの前記ブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロック内の前記サブブロックのロケーションと、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズとを備える、

C 1 5に記載のデバイス。

〔C 1 8〕 量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するために、前記処理回路は、

ビデオデータの前記ブロックの前記サブブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループのスケーリングされた変換係数値を使用せずに、量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択する、

ようにさらに構成される、C 1 7に記載のデバイス。

〔C 1 9〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するために、前記処理回路は、

ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの前記セットのパラメータ化のためのパラメータのセットを決定することと、パラメータの前記セットは、量子化オフセットパラメータの前記セットよりも小さなサイズを有し、

前記より小さなサイズを有するパラメータの前記セットに基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することと、

を行うようにさらに構成される、C 1 4に記載のデバイス。

〔C 2 0〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するために、前記処理回路は、

ニューラルネットワークを使用して、ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定する、

10

20

30

40

50

ようにさらに構成される、C 1 4に記載のデバイス。

〔C 2 1〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するために、前記処理回路は、

分類技法または回帰技法のうちの少なくとも1つを使用して、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定する、

ようにさらに構成される、C 2 0に記載のデバイス。

〔C 2 2〕 前記処理回路は、

ビデオデータの前記ブロックの複数のスケーリングされた変換係数を、ビデオデータの前記ブロックのサブブロックに関連付けられた、スケーリングされた変換係数の複数のグループに分割するようにさらに構成され、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループは、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを含み、

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するために、前記処理回路は、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループの各々に対して、量子化オフセットパラメータの対応するセットを決定するようにさらに構成され、

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化することは、量子化オフセットパラメータの前記対応するセットに基づいて、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループの各々を量子化することを含む、

C 1 4に記載のデバイス。

〔C 2 3〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化するために、前記処理回路は、

スケーリングされた変換係数の前記グループの各スケーリングされた変換係数に対し、量子化オフセットパラメータの前記セットから対応する量子化オフセットパラメータを決定し、

前記対応する量子化オフセットパラメータに少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループの各スケーリングされた変換係数を量子化する、

ようにさらに構成される、C 1 4に記載のデバイス。

〔C 2 4〕 前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロックのスライスタイプ、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズ、またはビデオデータの前記ブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示、うちの1つまたは複数を含む、C 1 4に記載のデバイス。

〔C 2 5〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するために、前記処理回路は、

エントロピーコーディングを介して決定された1つまたは複数のビットコスト推定を使用せずに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定する、

ようにさらに構成される、C 1 4に記載のデバイス。

〔C 2 6〕 量子化オフセットパラメータの前記セットは量子化オフセットベクトルを備える、C 1 4に記載のデバイス。

〔C 2 7〕 前記デバイスは、カメラ、コンピュータ、またはモバイルデバイスのうちの1つまたは複数を含む、C 1 4に記載のデバイス。

〔C 2 8〕 ビデオデータを符号化するための装置であって、

ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定するための手段と、

量子化オフセットパラメータの前記セットに少なくとも部分的に基づいて、ビデオデー

10

20

30

40

50

タの前記ブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化するための手段と、ビデオデータの前記ブロックのための前記量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成するための手段と、
を備える装置。

〔C 2 9〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するための前記手段は、ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットから、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するための手段、
をさらに備える、C 2 8に記載の装置。

10

〔C 3 0〕 量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するための前記手段は、
ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループに関連付けられたインデックスを決定するための手段と、

スケーリングされた変換係数の前記グループに関連付けられた前記インデックスを使用して、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するために量子化オフセットパラメータの複数のセットに索引付けるための手段と、
を備える、C 2 9に記載の装置。

20

〔C 3 1〕 スケーリングされた変換係数の前記グループは、ビデオデータの前記ブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、
ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロック内の前記サブブロックのロケーションとビデオデータの前記ブロックのブロックサイズとを備える、
C 2 9に記載の装置。

〔C 3 2〕 量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するための前記手段は、
ビデオデータの前記ブロックの前記サブブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループのスケーリングされた変換係数値を使用せずに、量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するための手段、
をさらに備える、C 3 1に記載の装置。

30

〔C 3 3〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するための前記手段は、
ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの前記セットのパラメータ化のためのパラメータのセットを決定するための手段と、パラメータの前記セットは、量子化オフセットパラメータの前記セットよりも小さなサイズを有し、

40

前記より小さなサイズを有するパラメータの前記セットに基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するための手段と、
をさらに備える、C 2 8に記載の装置。

〔C 3 4〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するための前記手段は、
ニューラルネットワークを使用して、ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換

50

係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するための手段、

をさらに備える、C 2 8 に記載の装置。

〔C 3 5〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するための前記手段は、分類技法または回帰技法のうちの少なくとも1つを使用して、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するための手段、

を備える、C 3 4 に記載の装置。

〔C 3 6〕 ビデオデータの前記ブロックの複数のスケーリングされた変換係数を、ビデオデータの前記ブロックのサブブロックに関連付けられた、スケーリングされた変換係数の複数のグループに分割するための手段、

をさらに備え、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループは、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを含み、

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するための前記手段は、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループの各々に対して、量子化オフセットパラメータの対応するセットを決定するための手段を含み、

ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化するための前記手段は、量子化オフセットパラメータの前記対応するセットに基づいて、スケーリングされた変換係数の前記複数のグループの各々を量子化するための手段をさらに含む、

C 2 8 に記載の装置。

〔C 3 7〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化するための前記手段は、

スケーリングされた変換係数の前記グループの各スケーリングされた変換係数に対し、量子化オフセットパラメータの前記セットから対応する量子化オフセットパラメータを決定するための手段と、

前記対応する量子化オフセットパラメータに少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループの各スケーリングされた変換係数を量子化するための手段と、

をさらに備える、C 2 8 に記載の装置。

〔C 3 8〕 前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロックのスライスタイプ、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズ、またはビデオデータの前記ブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるどうかの指示、のうちの1つまたは複数を含む、C 2 8 に記載の装置。

〔C 3 9〕 ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するための前記手段は、エントロピーコーディングを介して決定された1つまたは複数のビットコスト推定を使用せずに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定するための手段、

を備える、C 2 8 に記載の装置。

〔C 4 0〕 量子化オフセットパラメータの前記セットは量子化オフセットベクトルを備える、C 2 8 に記載の装置。

〔C 4 1〕 命令を記憶したコンピュータ可読記憶媒体であって、前記命令は、実行されたとき、1つまたは複数のプロセッサに、

ビデオデータのブロックに関連付けられたサイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータのセットを決定することと、

量子化オフセットパラメータの前記セットに少なくとも部分的に基づいて、ビデオデー

10

20

30

40

50

タの前記ブロックのための量子化された変換係数を生成するために、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループを量子化することと、ビデオデータの前記ブロックのための前記量子化された変換係数に少なくとも部分的に基づいて、符号化されたビデオビットストリームを生成することと、
を行わせる、コンピュータ可読記憶媒体。

〔C 4 2〕 前記 1 つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定させる前記命令は、前記 1 つまたは複数のプロセッサに、
ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの複数のセットから、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択すること、
を行わせる命令を備える、C 4 1 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

10

〔C 4 3〕 前記 1 つまたは複数のプロセッサに、量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択させる前記命令は、前記 1 つまたは複数のプロセッサに、
ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に少なくとも部分的に基づいて、スケーリングされた変換係数の前記グループに対するインデックスを決定することと、
前記インデックスを使用して、スケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択するために量子化オフセットパラメータの複数のセットに索引付けることと、
を行わせる命令を備える、C 4 2 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

20

〔C 4 4〕 スケーリングされた変換係数の前記グループは、ビデオデータの前記ブロックのサブブロックのためのスケーリングされた変換係数を備え、
ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロック内の前記サブブロックのロケーションと、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズとを備える、
C 4 2 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

〔C 4 5〕 前記 1 つまたは複数のプロセッサに、量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択させる前記命令は、前記 1 つまたは複数のプロセッサに、
ビデオデータの前記ブロックの前記サブブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループのスケーリングされた変換係数値を使用せずに、量子化オフセットパラメータの前記複数のセットからスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを選択すること、
を行わせる命令を備える、C 4 4 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

30

〔C 4 6〕 前記 1 つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定させる前記命令は、前記 1 つまたは複数のプロセッサに、
ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、量子化オフセットパラメータの前記セットのパラメータ化のためのパラメータのセットを決定することと、パラメータの前記セットは、量子化オフセットパラメータの前記セットよりも小さなサイズを有し、

40

前記より小さなサイズを有するパラメータの前記セットに基づいて、スケーリングされた変換係数のグループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定することと、
を行わせる命令を備える、C 4 1 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

〔C 4 7〕 前記 1 つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケーリングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定させる前記命令は、前記 1 つまたは複数のプロセッサに、

50

ニューラルネットワークを使用して、ビデオデータの前記ブロックに関連付けられた前記サイド情報に基づいて、ビデオデータの前記ブロックのためのスケールングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定すること、を行わせる命令を備える、C 4 1に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

〔C 4 8〕 前記1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケールングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定させる前記命令は、前記1つまたは複数のプロセッサに、

分類技法または回帰技法のうちの少なくとも1つを使用して、ビデオデータの前記ブロックのためのスケールングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定すること、

を行わせる命令を備える、C 4 7に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

〔C 4 9〕 前記命令は、前記1つまたは複数のプロセッサに、

ビデオデータの前記ブロックの複数のスケールングされた変換係数を、ビデオデータの前記ブロックのサブブロックに関連付けられた、スケールングされた変換係数の複数のグループに分割すること、

をさらに行わせ、スケールングされた変換係数の前記複数のグループは、ビデオデータの前記ブロックのためのスケールングされた変換係数の前記グループを含み、

前記1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケールングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定させる前記命令は、前記1つまたは複数のプロセッサに、スケールングされた変換係数の前記複数のグループの各々に関して、量子化オフセットパラメータの対応するセットを決定することを行わせる命令を備え、

前記1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケールングされた変換係数の前記グループを量子化させる前記命令は、前記1つまたは複数のプロセッサに、量子化オフセットパラメータの前記対応するセットに基づいて、スケールングされた変換係数の前記複数のグループの各々を量子化することを行わせる命令を備える、C 4 1に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

〔C 5 0〕 前記1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケールングされた変換係数の前記グループを量子化させる前記命令は、前記1つまたは複数のプロセッサに、

スケールングされた変換係数の前記グループの各スケールングされた変換係数に対し、量子化オフセットパラメータの前記セットから対応する量子化オフセットパラメータを決定することと、

前記対応する量子化オフセットパラメータに少なくとも部分的に基づいて、スケールングされた変換係数の前記グループの各スケールングされた変換係数を量子化することと、を行わせる命令を備える、C 4 1に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

〔C 5 1〕 前記サイド情報は、ビデオデータの前記ブロックのスライスタイプ、ビデオデータの前記ブロックのブロックサイズ、またはビデオデータの前記ブロックがルミナンス成分もしくはクロミナンス成分を備えるかどうかの指示、のうちの1つまたは複数を含む、C 4 1に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

〔C 5 2〕 前記1つまたは複数のプロセッサに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケールングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定させる前記命令は、前記1つまたは複数のプロセッサに、

エントロピーコーディングを介して決定された1つまたは複数のビットコスト推定を使用せずに、ビデオデータの前記ブロックのためのスケールングされた変換係数の前記グループに対する量子化オフセットパラメータの前記セットを決定すること、

を行わせる命令を備える、C 4 1に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

〔C 5 3〕 量子化オフセットパラメータの前記セットは量子化オフセットベクトルを備える、C 4 1に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

10

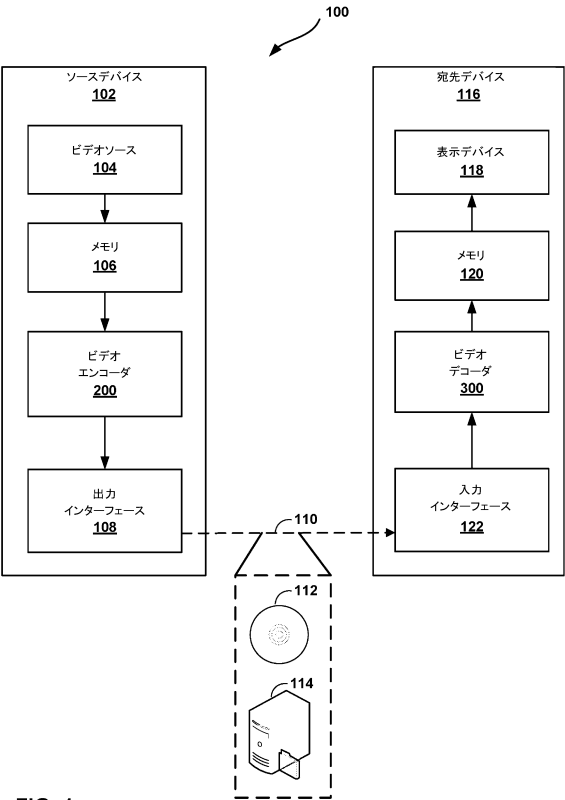
20

30

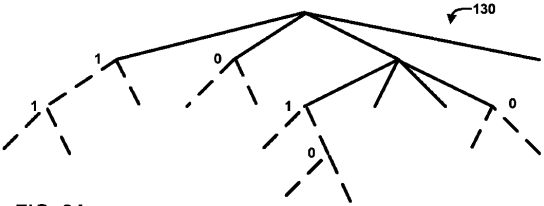
40

50

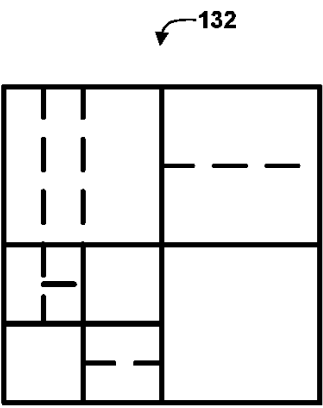
【図面】
【図 1】



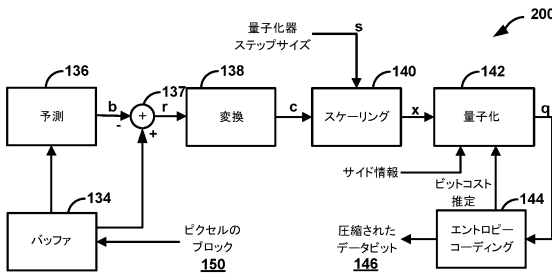
【図 2 A】



【図 2 B】



【図 3 A】



10

20

30

40

50

【図 3 B】

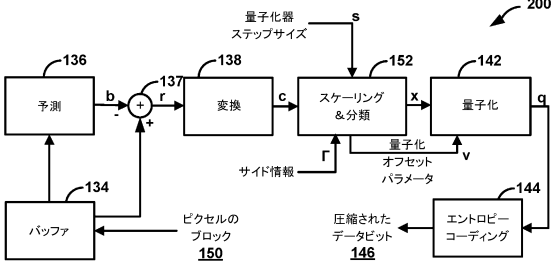


FIG. 3B

【図 4】

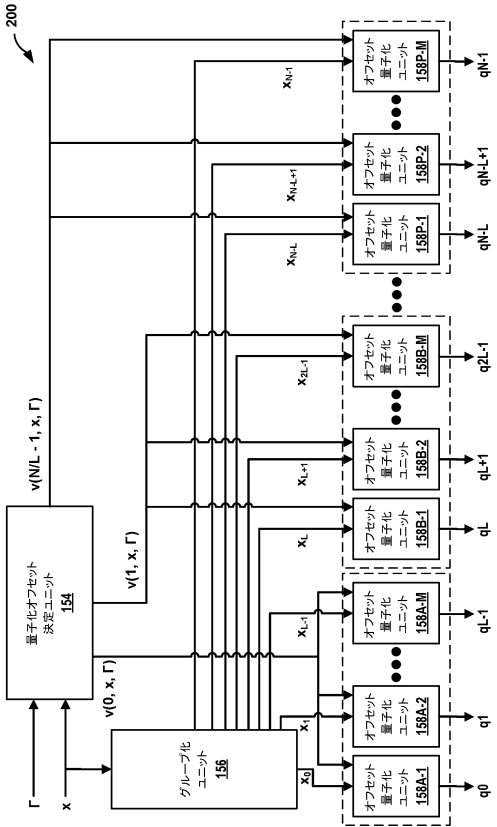


FIG. 4

【図 5】

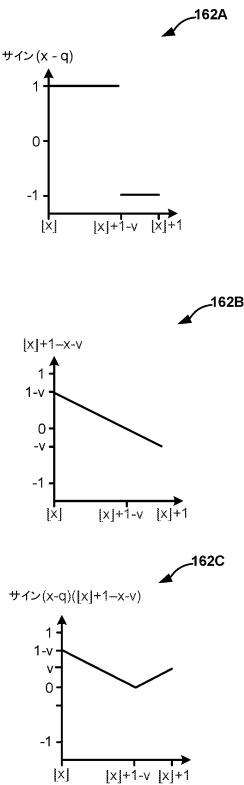


FIG. 5

【図 6】

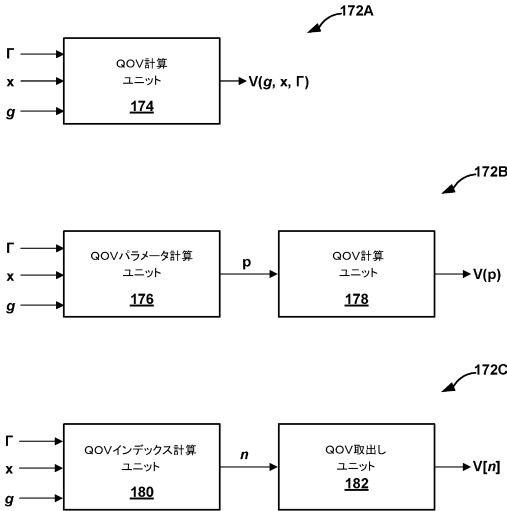


FIG. 6

10

20

30

40

50

【図 7】

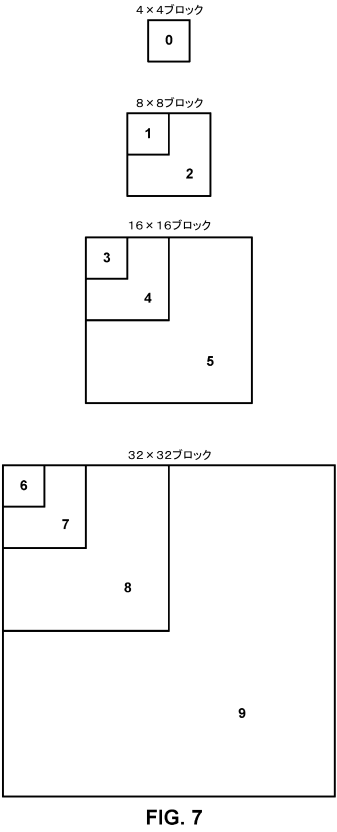
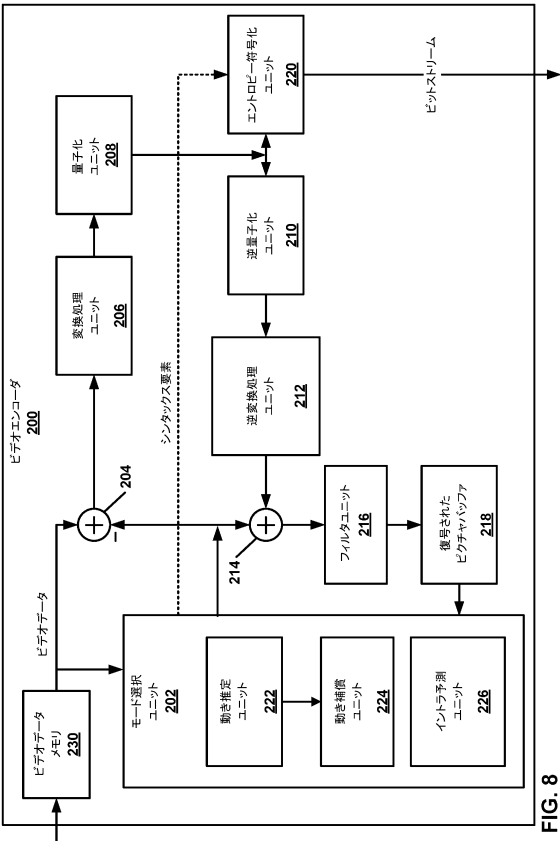
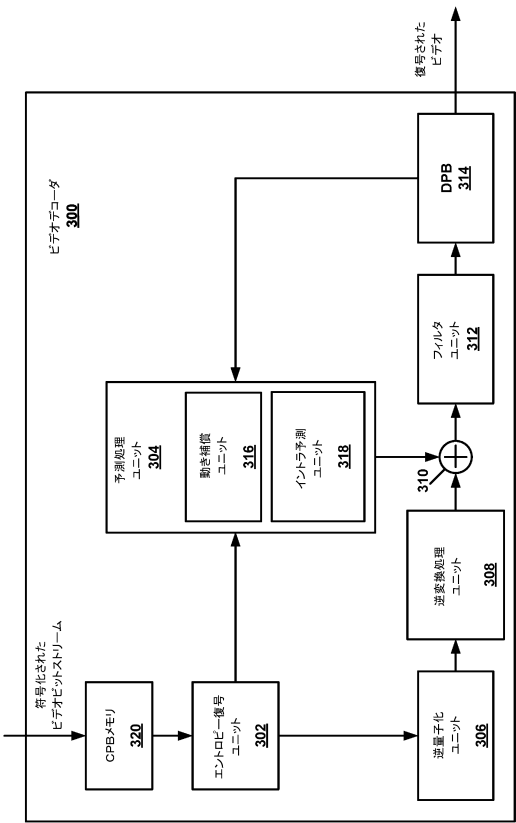


FIG. 7

【図 8】



【図 9】



【図 10】

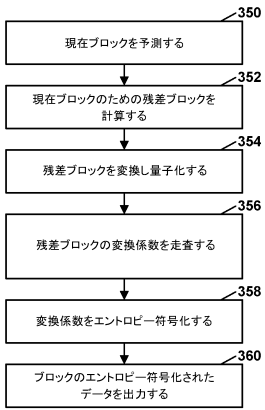


FIG. 10

【図 1 1】

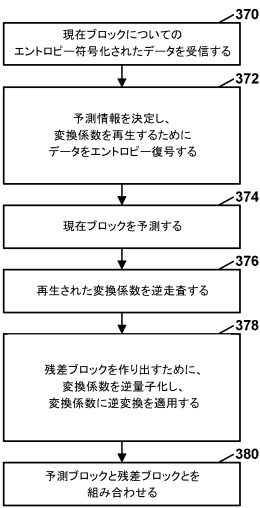


FIG. 11

【図 1 2】

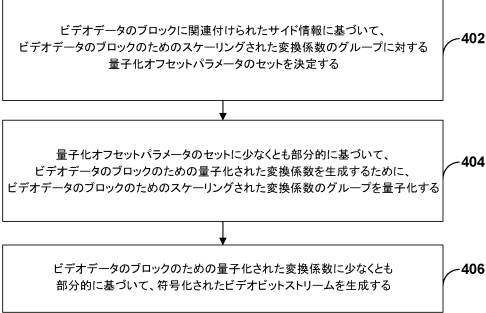


FIG. 12

10

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)

(72)発明者 サイド、アミール

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 プレザ、レザ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

審査官 田中 純一

(56)参考文献 国際公開第 2 0 1 1 / 0 6 4 9 2 6 (WO, A 1)

特開 2 0 1 5 - 0 5 3 6 8 0 (JP, A)

特表 2 0 1 3 - 5 0 4 9 3 4 (JP, A)

特表 2 0 1 9 - 5 1 2 9 3 8 (JP, A)

国際公開第 2 0 1 7 / 1 5 5 7 8 6 (WO, A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H 0 4 N 7 / 1 2

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