

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5917705号
(P5917705)

(45) 発行日 平成28年5月18日 (2016. 5. 18)

(24) 登録日 平成28年4月15日 (2016. 4. 15)

(51) Int. Cl. F I
HO 4 N 19/13 (2014. 01) HO 4 N 19/13
HO 4 N 19/136 (2014. 01) HO 4 N 19/136
HO 4 N 19/18 (2014. 01) HO 4 N 19/18

請求項の数 40 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2014-539034 (P2014-539034)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成24年10月26日 (2012. 10. 26)		クァアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2014-534736 (P2014-534736A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公表日	平成26年12月18日 (2014. 12. 18)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(86) 国際出願番号	PCT/US2012/062087		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開番号	W02013/063371		ハウス・ドライブ 5775
(87) 国際公開日	平成25年5月2日 (2013. 5. 2)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成26年6月17日 (2014. 6. 17)		弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	61/552, 426	(74) 代理人	100109830
(32) 優先日	平成23年10月27日 (2011. 10. 27)		弁理士 福原 淑弘
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100103034
(31) 優先権主張番号	13/660, 540		弁理士 野河 信久
(32) 優先日	平成24年10月25日 (2012. 10. 25)	(74) 代理人	100075672
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビデオコーディングのためのバイナリ算術コードにおける状態のマッピング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータのエントロピーコーディングの方法であって、

前記バイナリ算術コーディングプロセスにおける高精密度 (HD) ビデオコンテンツに関連するシンボルの確率状態を決定することと、前記確率状態は、前記 HD ビデオコンテンツのための複数の確率状態から選択され、前記複数の確率状態の数は 64 よりも多く、64 個の確率状態は高精密度 (HD) ビデオコンテンツに関連する解像度よりも低い解像度をもつビデオコンテンツのために使用される確率状態の数を表し、

前記決定された確率状態を示すインデックスを、64 個のグループ化されたインデックスのうちの 1 つにマッピングすることと、前記 64 個のグループ化されたインデックスのうちの少なくとも 1 つのグループ化されたインデックスは前記複数の確率状態のうちの少なくとも 2 つを表し、前記 64 個のグループ化されたインデックスの各々は、テーブル中で、劣勢シンボルから優勢シンボルの範囲を識別する、
を備える、方法。

【請求項 2】

前記複数の確率状態の前記数は 128 である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングすることをさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

10

20

【請求項 4】

前記シンボルをコーディングすることは、前記グループ化されたインデックスに基づく前記テーブルに従って前記シンボルをコーディングすることを備える、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記シンボルをコーディングすることは、前記グループ化されたインデックスを生成するために、前記インデックスに対して実行された数学演算に従って前記シンボルをコーディングすることを備える、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 6】

前記マッピングすることは、前記テーブルに従って前記インデックスをグループ化されたインデックスにマッピングする、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 7】

前記マッピングすることは、数学演算に従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記マッピングすることは、2 で割る演算に従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングする、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記マッピングすることは、線形マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングする、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 10】

前記マッピングすることは、対数マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記マッピングすることは、区分的非線形マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングする、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記複数の確率状態は最も高い確率状態 p_0 を含む連続する確率状態であり、各確率状態は、前の確率状態をパラメータで乗算することによって決定され、 p_0 は 0.9493 よりも大きく、 p_0 は 0.5 よりも小さい、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 13】

p_0 は約 0.9689 であり、 p_0 は約 0.493 である、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

前記ビデオコーディングプロセスはビデオ符号化プロセスであり、前記方法は、
残差データを生成するためにビデオデータを符号化することと、
変換係数を生成するために残差データを変換することと、
前記シンボルを作成するために変換係数を 2 値化することと、
をさらに備える、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 15】

前記ビデオコーディングプロセスはビデオ復号プロセスであり、前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングすることは、復号されたピンを生成し、前記方法は、

40

前記シンボルを受信することと、
変換係数を生成するために前記復号されたピンを逆 2 値化することと、
残差データを生成するために前記変換係数を逆変換することと、
復号ビデオデータを生成するために前記残差データを復号することと、
をさらに備える、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 16】

ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータのエントロピーコーディングを実行するように構成された装置であって、

50

前記ビデオデータの少なくとも一部を記憶するように構成されたメモリと、
ビデオコードと、を備え、前記ビデオコードは、

前記バイナリ算術コーディングプロセスにおける高精細度（HD）ビデオコンテンツに
関連するシンボルの確率状態を決定することと、前記確率状態は、前記HDビデオコンテ
ンツのための複数の確率状態から選択され、前記複数の確率状態の数は64よりも多く、
64個の確率状態は高精細度（HD）ビデオコンテンツに関連する解像度よりも低い解像
度をもつビデオコンテンツのために使用される確率状態の数を表し、

前記決定された確率状態を示すインデックスを、64個のグループ化されたインデック
スのうちの1つにマッピングすることと、前記64個のグループ化されたインデックスの
うちの少なくとも1つのグループ化されたインデックスは前記複数の確率状態のうちの少
なくとも2つを表し、前記64個のグループ化されたインデックスの各々は、テーブル中
で、劣勢シンボルから優勢シンボルの範囲を識別する、

を行うように構成された、装置。

【請求項17】

前記複数の確率状態の前記数は128である、請求項16に記載の装置。

【請求項18】

前記ビデオコードは、前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて
前記シンボルをコーディングするようにさらに構成された、請求項16に記載の装置。

【請求項19】

前記ビデオコードは、前記グループ化されたインデックスに基づく前記テーブルに従っ
て前記シンボルをコーディングするようにさらに構成された、請求項18に記載の装置。

【請求項20】

前記ビデオコードは、前記グループ化されたインデックスを生成するために、前記イン
デックスに対して実行された数学演算に従って前記シンボルをコーディングするようにさ
らに構成された、請求項18に記載の装置。

【請求項21】

前記ビデオコードは、前記テーブルに従って前記インデックスをグループ化されたイン
デックスにマッピングするように構成された、請求項16に記載の装置。

【請求項22】

前記ビデオコードは、数学演算に従って前記インデックスを前記グループ化されたイン
デックスにマッピングするように構成された、請求項16に記載の装置。

【請求項23】

前記ビデオコードは、2で割る演算に従って前記インデックスを前記グループ化された
インデックスにマッピングするように構成された、請求項22に記載の装置。

【請求項24】

前記ビデオコードは、線形マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化され
たインデックスにマッピングするように構成された、請求項16に記載の装置。

【請求項25】

前記ビデオコードは、対数マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化され
たインデックスにマッピングするように構成された、請求項16に記載の装置。

【請求項26】

前記ビデオコードは、区分的非線形マッピングに従って前記インデックスを前記グルー
プ化されたインデックスにマッピングするように構成された、請求項16に記載の装置。

【請求項27】

前記複数の確率状態は最も高い確率状態 p_0 を含む連続する確率状態であり、各確率状
態は、前の確率状態をパラメータ で乗算することによって決定され、 が0.9493
よりも大きく、 p_0 が0.5よりも小さい、請求項16に記載の装置。

【請求項28】

は約0.9689であり、 p_0 は約0.493である、請求項27に記載の装置。

【請求項29】

10

20

30

40

50

前記ビデオコーディングプロセスはビデオ符号化プロセスであり、前記ビデオコードはビデオエンコードであり、前記ビデオエンコードは、

残差データを生成するためにビデオデータを符号化することと、
変換係数を生成するために残差データを変換することと、
前記シンボルを作成するために変換係数を2値化することと、
を行うようにさらに構成された、請求項18に記載の装置。

【請求項30】

前記ビデオコーディングプロセスはビデオ復号プロセスであり、前記ビデオコードはビデオデコードであり、前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングすることは、復号されたピンを生成し、前記ビデオデコードは

10

前記シンボルを受信することと、
変換係数を生成するために前記復号されたピンを逆2値化することと、
残差データを生成するために前記変換係数を逆変換することと、
復号ビデオデータを生成するために前記残差データを復号することと、
を行うようにさらに構成された、請求項18に記載の装置。

【請求項31】

ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータのエン트로ピーコーディングを実行するように構成された装置であって、

前記バイナリ算術コーディングプロセスにおける高精細度(HD)ビデオコンテンツに関連するシンボルの確率状態を決定するための手段と、前記確率状態は、前記HDビデオコンテンツのための複数の確率状態から選択され、前記複数の確率状態の数は64よりも多く、64個の確率状態は高精細度(HD)ビデオコンテンツに関連する解像度よりも低い解像度をもつビデオコンテンツのために使用される確率状態の数を表し、

20

前記決定された確率状態を示すインデックスを、64個のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングするための手段と、前記64個のグループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つのグループ化されたインデックスは前記複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、前記64個のグループ化されたインデックスの各々は、テーブル中で、劣勢シンボルから優勢シンボルの範囲を識別する、

を備える、装置。

30

【請求項32】

前記複数の確率状態の前記数は128である、請求項31に記載の装置。

【請求項33】

前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングするための手段をさらに備える、請求項31に記載の装置。

【請求項34】

前記複数の確率状態は最も高い確率状態 p_0 を含む連続する確率状態であり、各確率状態は、前の確率状態をパラメータで乗算することによって決定され、 p_0 は0.9493よりも大きく、 p_0 は0.5よりも小さい、請求項31に記載の装置。

【請求項35】

は約0.9689であり、 p_0 は約0.493である、請求項34に記載の装置。

40

【請求項36】

実行されたとき、ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータのエン트로ピーコーディングを実行するように構成されたデバイスの1つまたは複数のプロセッサに、

前記バイナリ算術コーディングプロセスにおける高精細度(HD)ビデオコンテンツに関連するシンボルの確率状態を決定することと、前記確率状態は、前記HDビデオコンテンツのための複数の確率状態から選択され、前記複数の確率状態の数は64よりも多く、64個の確率状態は高精細度(HD)ビデオコンテンツに関連する解像度よりも低い解像度をもつビデオコンテンツのために使用される確率状態の数を表し、

50

前記決定された確率状態を示すインデックスを、6 4 個のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングすることと、前記 6 4 個のグループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つのグループ化されたインデックスは前記複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、前記 6 4 個のグループ化されたインデックスの各々は、テーブル中で、劣勢シンボルから優勢シンボルの範囲を識別する、

を行わせる命令を記憶するコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 3 7】

前記複数の確率状態の前記数は 1 2 8 である、請求項 3 6 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 3 8】

前記 1 つまたは複数のプロセッサに、前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングさせるための命令をさらに備える、請求項 3 6 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 3 9】

前記複数の確率状態は最も高い確率状態 p_0 を含む連続する確率状態であり、各確率状態は、前の確率状態をパラメータで乗算することによって決定され、 p_0 は 0 . 9 4 9 3 よりも大きく、 p_0 は 0 . 5 よりも小さい、請求項 3 6 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 4 0】

p_0 は約 0 . 9 6 8 9 であり、 p_0 は約 0 . 4 9 3 である、請求項 3 9 に記載の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】

本出願は、その内容全体が参照により本明細書に組み込まれる、2 0 1 1 年 1 0 月 2 7 日に出願された米国仮出願第 6 1 / 5 5 2 , 4 2 6 号の利益を主張する。

【技術分野】

【0 0 0 2】

本開示は、ビデオコーディングに関し、より詳細には、ビデオデータのバイナリ算術コーディングのための技法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

[0003] デジタルビデオ機能は、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 (P D A)、ラップトップまたはデスクトップコンピュータ、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、ビデオゲームデバイス、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、ビデオ遠隔会議デバイスなどを含む、広範囲にわたるデバイスに組み込まれ得る。デジタルビデオデバイスは、デジタルビデオ情報をより効率的に送信、受信および記憶するための、M P E G - 2、M P E G - 4、I T U - T H . 2 6 3、I T U - T H . 2 6 4 / M P E G - 4 , P a r t 1 0 , A d v a n c e d V i d e o C o d i n g (A V C) によって定義された規格、現在開発中の高効率ビデオコーディング (H E V C : High Efficiency Video Coding) 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圧縮技法など、ビデオ圧縮技法を実装する。

【0 0 0 4】

[0004] ビデオ圧縮技法は、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に空間的予測および/または時間的予測を含む。ブロックベースのビデオコーディングの場合、ビデオフレームまたはスライスブロックに区分され得る。各ブロックはさらに区分され得る。イントラコード化 (I) フレームまたはスライス中のブロックは、同じフレームまたはスライス中の隣接ブロック中の参照サンプルに対する空間的予測を使用して符号化される。インターコード化 (P または B) フレームまたはスライス中のブロックは、

10

20

30

40

50

同じフレームまたはスライス中の隣接ブロック中の参照サンプルに関する空間的予測、あるいは他の参照フレーム中の参照サンプルに関する時間的予測を使用し得る。空間的予測または時間的予測は、コーディングされるべきブロックの予測ブロックを生じる。残差データは、コーディングされるべき元のブロックと予測ブロックとの間のピクセル差分を表す。

【 0 0 0 5 】

[0005] インターコード化ブロックは、予測ブロックを形成する参照サンプルのブロックをポイントする動きベクトルと、コード化ブロックと予測ブロックとの間の差分を示す残差データとに従って符号化される。イントラコード化ブロックは、イントラコーディングモードと残差データとに従って符号化される。さらなる圧縮のために、残差データは、ピクセル領域から変換領域に変換されて、残差変換係数が得られ得、その残差変換係数は、次いで量子化され得る。最初は2次元アレイに構成される量子化された変換係数は、エントロピーコーディングのための変換係数の1次元ベクトルを生成するために、特定の順序で走査され得る。

10

【 0 0 0 6 】

[0006] 残差変換係数、動きベクトル情報、シンタックス要素、および他の関連する情報をコーディングするために様々なエントロピーコーディングプロセスが使用され得る。様々なエントロピーコーディングおよび他のデータ圧縮プロセスの例としては、コンテキスト適応型可変長コーディング (CAVLC: context-adaptive variable length coding)、コンテキスト適応型バイナリ算術コーディング (CABAC: context-adaptive binary arithmetic coding)、確率間隔区分エントロピーコーディング (PIPE: probability interval partitioning entropy coding)、ゴロム (Golomb) コーディング、ゴロムライス (Golomb-Rice) コーディング、および指数ゴロムコーディングがある。

20

【 発明の概要 】

【 0 0 0 7 】

[0007] 概して、本開示では、ビデオコーディングにおけるバイナリ算術コーディングのための技法と、そのような技法を実行するためのビデオエンコーダおよびデコーダについて説明する。いくつかの例では、本技法は、相対的に小さいテーブルを維持しながら、より遅い適応レートを与え、より極端な (extreme) 確率 (すなわち、0 および 1 により近い確率) に対応する、バイナリ算術コーディングをサポートし得る。

30

【 0 0 0 8 】

[0008] 本技法は、テーブルがより遅い適応およびより低い確率を与えることができるように、増加した数の確率状態の使用を含み得る。いくつかの例では、最も高い確率の値 (p_0) が、たとえば、 $1/2$ よりも低くなるように変更され得る。

【 0 0 0 9 】

[0009] 別の例では、範囲テーブル中の状態の数の大きい増加を回避するために、本開示の技法は、劣勢シンボル (LPS: least probable symbol) の範囲をインデックス付けするために他の従来の技法において使用されるものよりも小さいサイズ (すなわち、より少ない数のインデックス) に、確率状態を示すインデックスをマッピングすることを含め得る。

40

【 0 0 1 0 】

[0010] いくつかの例では、確率状態インデックスは、新しいインデックスを生成するために2で割られ得、新しいインデックスは範囲LPSテーブルのエントリとして使用され得る。この場合、範囲LPSテーブル中のエントリをインデックス付けするために確率状態を使用する代わりに、本技法は、(> 1)、すなわち、2で割られ、より低い整数に丸められた状態を採用し得る。

【 0 0 1 1 】

[0011] 状態インデックスのグループ化は、初期数の確率状態インデックスから、低減された数の確率状態インデックス (グループ化された状態インデックス) に進むテーブルとともに説明され得る。この種類のテーブルの使用は、追加のメモリという犠牲を払って、

50

(除算または右シフトと比較して)性能を向上させ、それにより、メモリと性能との間の望ましい設計トレードオフがもたらされ得る。

【 0 0 1 2 】

[0012]範囲 L P S テーブル中のエントリへの確率状態インデックスの線形マッピングが使用され得るが、非線形マッピングを行うことが望ましいこともある。たとえば、確率状態インデックスは、対数マッピングに従ってマッピングされ得る。対数マッピングは、いくつかの例では、区分的線形マッピングを使用して達成され得る。概して、対数マッピングまたは他のマッピングは、他の例では、事前計算されたマッピングテーブルなど、テーブルを使用して、または場合によっては1つまたは複数の数式の適用を介して定義され得る。

10

【 0 0 1 3 】

[0013]一例では、本開示では、ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータのエン트로ピーコーディングの方法について説明する。本方法は、バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定することと、確率状態は複数の確率状態のうちの1つを備え、決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングすることと、グループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つは複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、グループ化されたインデックスの各々はテーブル中の確率シンボルの範囲を識別する、を備える。

【 0 0 1 4 】

20

[0014]別の例では、本開示では、ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータをエン트로ピーコーディングするように構成された装置について説明する。本装置は、バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定するための手段と、確率状態は複数の確率状態のうちの1つを備え、決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングするための手段と、を備え、グループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つは複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、グループ化されたインデックスの各々はテーブル中の確率シンボルの範囲を識別する。

【 0 0 1 5 】

[0015]別の例では、本開示では、ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータをエン트로ピーコーディングするように構成された装置について説明する。本装置は、バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定することと、確率状態は複数の確率状態のうちの1つを備え、決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングすることと、を行うように構成されたビデオコードを備え、グループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つは複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、グループ化されたインデックスの各々がテーブル中の確率シンボルの範囲を識別する。

30

【 0 0 1 6 】

[0016]別の例では、本開示では、実行されたとき、1つまたは複数のプロセッサに、ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用してビデオデータをエン트로ピーコーディングさせる命令を記憶するコンピュータ可読記憶媒体について説明する。命令は、1つまたは複数のプロセッサに、バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定することと、確率状態は複数の確率状態のうちの1つを備え、決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングすることと、を行わせ、グループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つは複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、グループ化されたインデックスの各々がテーブル中の確率シンボルの範囲を識別する。

40

【 0 0 1 7 】

[0017]1つまたは複数の例の詳細は、添付の図面および以下の説明に記載されている。

50

他の特徴、目的、および利点は、説明および図面、ならびに特許請求の範囲から明らかになるう。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】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】バイナリ算術コーディングにおける範囲更新プロセスを示す概念図。

【図2B】バイナリ算術コーディングにおける範囲更新プロセスを示す概念図。

【図3】バイナリ算術コーディングにおける出力プロセスを示す概念図。

【図4】例示的なビデオエンコーダを示すブロック図。

【図5】ビデオエンコーダにおけるコンテキスト適応型バイナリ算術コードを示すブロック図。

10

【図6】例示的なビデオデコーダを示すブロック図。

【図7】ビデオデコーダにおけるコンテキスト適応型バイナリ算術コードを示すブロック図。

【図8】本開示の技法による例示的な方法を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0019】

[0026]本開示では、バイナリ算術コーディング(BAC)のための技法について説明する。1つまたは複数の例では、本開示の技法は、ビデオコーディング中にコンテキスト適応型バイナリ算術コーディング(CABAC)プロセスにおいて使用され得る。たとえば、そのような技法は、そのような技法を実行するように構成されたビデオエンコーダおよびデコーダにおいて実行され得る。本開示で説明するコーディング技法はまた、他のタイプのデータコーディングに適用可能であり得る。本開示では、しかしながら、例示のためにビデオコーディングについて説明する。

20

【0020】

[0027]H.264/AVC(アドバンストビデオコーディング)において使用されるBAC手法と、新生の高効率ビデオコーディング(HEVC)規格のためのBAC提案とを含む、前に使用されたBAC手法の1つの問題は、そのようなBAC手法において使用されるいくつかのテーブルが、低解像度ビデオ(たとえば、共通中間フォーマット(CIF: common intermediate format)および1/4CIF(QCIF: quarter-CIF)ビデオ)のために調整されることである。現在、大量のビデオコンテンツは、高精細度(HD)であり、場合によっては、エクストラHD、いわゆる2K、2160p、2540p、4K、4320p、またはより一層高い解像度など、HDよりも高い。HDまたはHDよりも高いビデオコンテンツは、H.264/AVCのためのBACを開発するために使用される、10年経ったQCIFシーケンスとは異なる統計値を有する。

30

【0021】

[0028]したがって、BACのために使用されるいくつかのテーブルは、この新しいコンテンツ(たとえば、HDまたはエクストラHDコンテンツ)の特性に対応することができる変更から恩恵を受け得る。HDコンテンツの普及は、BACが以下の少なくとも2つの側面において異なるべきであることを暗示する。

40

【0022】

1. BACは、より遅い適応プロセスを有すべきであり、
2. BACは、より極端な場合(歪んだ(skewed)確率)に対応すべきである。

【0023】

[0029]本開示は、現在のBAC問題への解決策を提案する。様々な例では、本開示は、テーブルサイズを実際のレベルに保ちながら、より遅い適応を達成し、より歪んだ確率に対応するようにBACテーブルを変更することを提案する。言い換えれば、本開示では、相対的に小さいサイズのテーブルを使用しながら、より遅い適応を達成し、より極端な確率(すなわち、0および1により近い確率)に対応するための技法について説明する。

【0024】

50

[0030] デジタルビデオデバイスは、デジタルビデオ情報をより効率的に符号化および復号するためのビデオ圧縮技法を実装する。ビデオ圧縮は、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に空間的（フレーム内）予測および／または時間的（フレーム間）予測技法を適用し得る。

【 0 0 2 5 】

[0031] ITU - T Video Coding Experts Group (VCEG) と ISO / IEC Motion Picture Experts Group (MPEG) との Joint Collaboration Team on Video Coding (JCT - VC) によって開発されている新しいビデオコーディング規格、すなわち、高効率ビデオコーディング (HEVC) がある。「HEVC Working Draft 8」または「WD8」と呼ばれる HEVC 規格の最近の草案は、文書 JCTVC - J1003、Bross ら、「High efficiency video coding (HEVC) text specification draft 6」、ITU - T SG16 WP3 と ISO / IEC JTC1 / SC29 / WG11 の Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT - VC)、第 10 回会合：スウェーデン、ストックホルム、2012 年 7 月 11 ~ 20 日に記載されており、この文書は 2012 年 10 月 25 日現在、http://phenix.int-evry.fr/jct/doc_end_user/documents/10_Sweden/wg11/JCTVC-J1003-v8.zip からダウンロード可能である。

【 0 0 2 6 】

[0032] HEVC に従うビデオコーディングの場合、一例として、ビデオフレームがコーディングユニットに区分され得る。コーディングユニット (CU) は、概して、ビデオ圧縮のために様々なコーディングツールが適用される基本ユニットとして働く画像領域を指す。CU は、通常、Y として示され得るルミナンス成分と、Cr および Cb として示され得る 2 つのクロマ成分とを有する。ビデオサンプリングフォーマットに応じて、サンプルの数で表される Cr および Cb 成分のサイズは、Y 成分のサイズと同じであるかまたはそれとは異なり得る。CU は、一般に矩形であり、たとえば、ITU - T H.264 などの他のビデオコーディング規格の下でのいわゆるマクロブロックと同様であると見なされ得る。

【 0 0 2 7 】

[0033] CU 中のピクセルのルーマ成分およびクロマ成分は、異なるサブサンプリングフォーマットでコーディングされ得る。HEVC のための 1 つの提案では、ピクセルのルーマ成分およびクロマ成分は、4 : 2 : 0 フォーマットでコーディングされる。4 : 2 : 0 ピクセルフォーマットでは、ピクセルの 4 x 2 ブロックごとに、8 つのルーマ成分（各行に 4 つ）と、2 つのクロマ成分（たとえば、4 x 2 ブロックの第 1 の行に 1 つの Cr クロマ成分および 1 つの Cb クロマ成分）とがある。4 x 2 ブロックの第 2 の行はクロマ情報を有しないであろう。したがって、ピクセルの 4 x 2 ブロックでは、クロマ成分は 1 / 2 水平解像度および 1 / 2 垂直解像度でサンプリングされる。しかしながら、ビデオコーディング技法は、4 : 2 : 0 クロマサブサンプリングに限定されない。4 : 2 : 2 および 4 : 4 : 4 を含む、他のサブサンプリングフォーマットが使用され得る。4 : 2 : 2 ピクセルフォーマットでは、ピクセルの 4 x 2 ブロックごとに、8 つのルーマ成分（各行に 4 つ）と、4 つのクロマ成分（たとえば、4 x 2 ブロックの第 1 の行および第 2 の行の各々に 1 つの Cr クロマ成分および 1 つの Cb クロマ成分）とがある。したがって、4 : 2 : 2 フォーマットの場合、クロマ成分は 1 / 2 水平解像度およびフル垂直解像度でサンプリングされる。4 : 4 : 4 ピクセルフォーマットはクロマ成分のサブサンプリングを伴わない。すなわち、ピクセルの 4 x 2 ブロックの場合、8 つのルーマ成分と、8 つの Cr 成分と、8 つの Cb 成分とがある。これらまたは他のサンプリングフォーマットが使用され得る。

【 0 0 2 8 】

[0034] より良好なコーディング効率を達成するために、コーディングユニットは、ビデオコンテンツに応じて可変サイズを有し得る。さらに、コーディングユニットは、予測ま

10

20

30

40

50

たは変換のためにより小さいブロックに分割され得る。具体的には、各コーディングユニットは、予測ユニット（PU：prediction unit）と変換ユニット（TU：transform unit）とにさらに区分され得る。PUは、H.264規格などの他のビデオコーディング規格の下でのいわゆるパーティションと同様であると見なされ得る。TUは、変換係数を生成するために変換が適用される残差データのブロックを指す。

【0029】

[0035]本出願では、例示のために、開発中のHEVC規格の現在提案されている態様のいくつかに従うコーディングについて説明する。ただし、本開示で説明する技法は、H.264または他の規格に従って定義されるビデオコーディングプロセスあるいはプロプライエタリビデオコーディングプロセスなど、他のビデオコーディングプロセスのために有用であり得る。

10

【0030】

[0036]HEVCの規格化の取り組みは、HEVCテストモデル（HM：HEVC Test Model）と呼ばれるビデオコーディングデバイスのモデルに基づく。HMは、たとえば、ITU-T H.264/AVCによるデバイスに勝るビデオコーディングデバイスのいくつかの能力を仮定する。たとえば、H.264は9つのイントラ予測符号化モードを提供するが、HMは35個ものイントラ予測符号化モードを提供する。

【0031】

[0037]HMによれば、CUは、1つまたは複数の予測ユニット（PU）および/または1つまたは複数の変換ユニット（TU）を含み得る。ビットストリーム内のシンタックスデータは、ピクセルの数に関して最大CUである最大コーディングユニット（LCU：largest coding unit）を定義し得る。概して、CUは、CUがサイズの差異を有しないことを除いて、H.264のマクロブロックと同様の目的を有する。したがって、CUはサブCUに分割され得る。概して、本開示におけるCUへの言及は、ピクチャの最大コーディングユニットまたはLCUのサブCUを指すことがある。LCUはサブCUに分割され得、各サブCUはさらにサブCUに分割され得る。ビットストリームのシンタックスデータは、CU深さと呼ばれる、LCUが分割され得る最大回数を定義し得る。それに応じて、ビットストリームは最小コーディングユニット（SCU：smallest coding unit）をも定義し得る。本開示ではまた、CU、PU、またはTUのいずれかを指すために「ブロック」「パーティション」または「部分」という用語を使用する。概して、「部分」は、ビデオフレームの任意のサブセットを指し得る。

20

30

【0032】

[0038]LCUは4分木データ構造に関連付けられ得る。概して、4分木データ構造はCUごとに1つのノードを含み、ルートノードはLCUに対応する。CUが4つのサブCUに分割された場合、CUに対応するノードは4つのリーフノードを含み、リーフノードの各々はサブCUのうちの1つに対応する。4分木データ構造の各ノードは、対応するCUのシンタックスデータを与え得る。たとえば、4分木のノードは、そのノードに対応するCUがサブCUに分割されるかどうかを示す分割フラグを含み得る。CUのシンタックス要素は、再帰的に定義され得、CUがサブCUに分割されるかどうかに依存し得る。CUがさらに分割されない場合、そのCUはリーフCUと呼ばれる。

40

【0033】

[0039]その上、リーフCUのTUもそれぞれの4分木データ構造に関連付けられ得る。すなわち、リーフCUは、リーフCUがどのようにTUに区分されるかを示す4分木を含み得る。本開示では、LCUがどのように区分されるかを示す4分木をCU 4分木と呼び、リーフCUがどのようにTUに区分されるかを示す4分木をTU 4分木と呼ぶ。TU 4分木のルートノードは概してリーフCUに対応し、CU 4分木のルートノードは概してLCUに対応する。分割されないTU 4分木のTUはリーフTUと呼ばれる。

【0034】

[0040]リーフCUは、1つまたは複数の予測ユニット（PU）を含み得る。概して、PUは、対応するCUの全部または一部分を表し、そのPUの参照サンプルを取り出すため

50

のデータを含み得る。たとえば、PUがインターモード符号化されるとき、PUは、PUの動きベクトルを定義するデータを含み得る。動きベクトルを定義するデータは、たとえば、動きベクトルの水平成分、動きベクトルの垂直成分、動きベクトルの解像度（たとえば、1/4ピクセル精度もしくは1/8ピクセル精度）、動きベクトルがポイントする参照フレーム、および/または動きベクトルの参照リスト（たとえば、リスト0もしくはリスト1）を記述し得る。（1つまたは複数の）PUを定義するリーフCUのデータはまた、たとえば、CUを1つまたは複数のPUに区分することを記述し得る。区分モードは、CUが予測コーディングされないか、イントラ予測モード符号化されるか、またはインター予測モード符号化されるかに応じて異なり得る。イントラコーディングの場合、PUは、以下で説明するリーフ変換ユニットと同じように扱われ得る。

10

【0035】

[0041]ブロック（たとえば、ビデオデータの予測ユニット（PU））をコーディングするために、ブロックの予測子（predictor）が最初に導出される。予測子は、イントラ（I）予測（すなわち、空間的予測）またはインター（PまたはB）予測（すなわち、時間的予測）のいずれかを通して導出され得る。したがって、いくつかの予測ユニットは、同じフレーム中の隣接参照ブロックに関する空間的予測を使用してイントラコーディング（I）され得、他の予測ユニットは、他のフレーム中の参照ブロックに関してインターコーディング（PまたはB）され得る。予測のために使用される参照ブロックは、参照サンプルとしていわゆる整数ピクセル位置における実際のピクセル値、または参照サンプルとして分数ピクセル位置における補間によって生成される合成されたピクセル値を含み得る。

20

【0036】

[0042]予測子が識別されると、元のビデオデータブロックとその予測子との間の差分が計算される。この差分は、予測残差とも呼ばれ、コーディングされるべきブロックのピクセルと、参照ブロック、すなわち、予測子の（上述のように、整数精度ピクセルまたは補間された分数精度ピクセルであり得る）対応する参照サンプルとの間のピクセル差分を指す。より良好な圧縮を達成するために、予測残差（すなわち、ピクセル差分値のアレイ）は、概して、たとえば、離散コサイン変換（DCT）、整数変換、カルーネンレーベ（Karhunen-Loeve）（K-L）変換、ウェーブレット変換、または他の変換を使用してピクセル（すなわち、空間）領域から変換領域に変換され得る。変換領域は、たとえば、周波数領域であり得る。

30

【0037】

[0043]インター予測を使用してPUをコーディングすることは、現在ブロックと参照フレーム中のブロックとの間の動きベクトルを計算することを伴う。動きベクトルは、動き推定（または動き探索）と呼ばれるプロセスを通して計算される。動きベクトルは、たとえば、参照フレームの参照サンプルに対する、現在フレーム中の予測ユニットの変位を示し得る。参照サンプルは、絶対値差分和（SAD：sum of absolute difference）、2乗差分和（SSD：sum of squared difference）、または他の差分メトリックによって決定され得るピクセル差分に関して、コーディングされているPUを含むCUの部分にぴったり一致することがわかるブロックであり得る。参照サンプルは、参照フレームまたは参照スライス内のどこにでも発生し得る。いくつかの例では、参照サンプルは、全体的にまたは部分的に補間され、分数ピクセル位置において発生し得る。現在部分に最も良く一致する参照フレームの部分を見つけると、エンコーダは、現在部分のための現在動きベクトルを、現在部分から参照フレーム中の一致する部分までの（たとえば、現在部分の中心から一致する部分の中心までの）ロケーションの差分として決定する。

40

【0038】

[0044]いくつかの例では、エンコーダは、符号化ビデオビットストリーム中で、各部分について動きベクトルをシグナリングし得る。シグナリングされた動きベクトルは、ビデオデータを復号するために、デコーダによって動き補償を実行するために使用される。しかしながら、元の動きベクトルを直接シグナリングすると、一般に、情報を搬送するために多数のビットが必要なので、コーディングがあまり効率的でなくなることがある。

50

【 0 0 3 9 】

[0045] 現在部分について動きベクトルを決定するために動き推定が実行されると、エンコードは、参照フレーム中の一致する部分を現在部分と比較する。この比較は、一般に、上述のように、現在部分から参照フレーム中の（「参照サンプル」と通常呼ばれる）部分を減算することを伴い、いわゆる残差データを生じる。残差データは、現在部分と参照サンプルとの間のピクセル差分値を示す。エンコードは、次いで、この残差データを空間領域から、周波数領域などの変換領域に変換する。通常、エンコードは、この変換を達成するために、残差データに離散コサイン変換（DCT）を適用する。得られた変換係数は異なる周波数を表し、エネルギーの大部分が、通常、数個の低周波係数に集中するので、エンコードは、残差データの圧縮を可能にするためにこの変換を実行する。

10

【 0 0 4 0 】

[0046] 一般に、得られた変換係数は、特に変換係数が最初に量子化される（丸められる）場合、エントロピーコーディングを可能にする方法と一緒にグループ化される。エンコードは、次いで、ランレングスコーディングされた量子化変換係数をさらに圧縮するために統計的ロスレス（またはいわゆる「エントロピー」）符号化を実行する。ロスレスエントロピーコーディングを実行した後に、エンコードは、符号化ビデオデータを含むビットストリームを生成する。エントロピーコーディングの例としては、C A B A C、コンテキスト適応型可変長コーディング（C A V L C）、確率間隔区分エントロピーコーディング（P I P E）、ゴロムコーディング、ゴロムライスコーディング、指数ゴロムコーディング、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（S B A C : syntax-based context-adaptive binary arithmetic coding）、または他のエントロピーコーディング方法がある。

20

【 0 0 4 1 】

[0047] 図 1 は、本開示の例による、ビデオコーディングプロセスにおける B A C のための技法を利用するように構成され得る例示的なビデオ符号化および復号システム 1 0 を示すブロック図である。図 1 に示すように、システム 1 0 は、通信チャネル 1 6 を介して符号化ビデオを宛先デバイス 1 4 に送信するソースデバイス 1 2 を含む。符号化ビデオデータはまた、記憶媒体 3 4 またはファイルサーバ 3 6 に記憶され得、必要に応じて宛先デバイス 1 4 によってアクセスされ得る。記憶媒体またはファイルサーバに記憶されたとき、ビデオエンコード 2 0 は、コード化ビデオデータを記憶媒体に記憶するための、ネットワー

30

ークインターフェース、コンパクトディスク（C D）、B l u - r a y（登録商標）またはデジタルビデオディスク（D V D）バーナーまたはスタンピングファシリティデバイス、あるいは他のデバイスなど、別のデバイスにコード化ビデオデータを与え得る。同様に、ネットワークインターフェース、C D または D V D リーダーなど、ビデオデコード 3 0 とは別個のデバイスが、記憶媒体からコード化ビデオデータを取り出し、取り出されたデータをビデオデコード 3 0 に与え得る。

40

【 0 0 4 2 】

[0048] ソースデバイス 1 2 および宛先デバイス 1 4 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）コンピュータ、タブレットコンピュータ、セットトップボックス、いわゆる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。多くの場合、そのようなデバイスはワイヤレス通信が可能であり得る。したがって、通信チャネル 1 6 は、符号化ビデオデータの送信に好適なワイヤレスチャネル、ワイヤードチャネル、またはワイヤレスチャネルとワイヤードチャネルとの組合せを備え得る。同様に、ファイルサーバ 3 6 は、インターネット接続を含む任意の標準データ接続を介して宛先デバイス 1 4 によってアクセスされ得る。これは、ファイルサーバに記憶された符号化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、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。

50

【 0 0 4 3 】

[0049]本開示の例による、ビデオコーディングプロセスにおけるBACのための技法は、オーバー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、たとえばインターネットを介したストリーミングビデオ送信、データ記憶媒体に記憶するためのデジタルビデオの符号化、データ記憶媒体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。いくつかの例では、システム10は、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、および/またはビデオテレフォニーなどの適用例をサポートするために、単方向または二方向のビデオ送信をサポートするように構成され得る。

【0044】

[0050]図1の例では、ソースデバイス12は、ビデオソース18と、ビデオエンコーダ20と、変調器/復調器22と、送信機24とを含む。ソースデバイス12において、ビデオソース18は、ビデオカメラなどのビデオキャプチャデバイス、以前にキャプチャされたビデオを含んでいるビデオアーカイブ、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、および/またはソースビデオとしてコンピュータグラフィックスデータを生成するためのコンピュータグラフィックスシステムなどのソース、あるいはそのようなソースの組合せを含み得る。一例として、ビデオソース18がビデオカメラである場合、ソースデバイス12および宛先デバイス14は、いわゆるカメラフォンまたはビデオフォンを形成し得る。ただし、本開示で説明する技法は、概してビデオコーディングに適用可能であり得、ワイヤレスおよび/またはワイヤード適用例、あるいは符号化ビデオデータがローカルディスクに記憶された適用例に適用され得る。

【0045】

[0051]キャプチャされたビデオ、以前にキャプチャされたビデオ、またはコンピュータ生成されたビデオは、ビデオエンコーダ20によって符号化され得る。符号化されたビデオ情報は、ワイヤレス通信プロトコルなどの通信規格に従ってモデム22によって変調され、送信機24を介して宛先デバイス14に送信され得る。モデム22は、信号変調のために設計された様々なミキサ、フィルタ、増幅器または他の構成要素を含み得る。送信機24は、増幅器、フィルタ、および1つまたは複数のアンテナを含む、データを送信するために設計された回路を含み得る。

【0046】

[0052]ビデオエンコーダ20によって符号化された、キャプチャされたビデオ、以前にキャプチャされたビデオ、またはコンピュータ生成されたビデオはまた、後で消費するために記憶媒体34またはファイルサーバ36に記憶され得る。記憶媒体34は、Blu-rayディスク、DVD、CD-ROM、フラッシュメモリ、または符号化ビデオを記憶するための任意の他の好適なデジタル記憶媒体を含み得る。記憶媒体34に記憶された符号化ビデオは、次いで、復号および再生のために宛先デバイス14によってアクセスされ得る。

【0047】

[0053]ファイルサーバ36は、符号化ビデオを記憶することと、その符号化ビデオを宛先デバイス14に送信することが可能な任意のタイプのサーバであり得る。例示的なファイルサーバは、(たとえば、ウェブサイトのための)ウェブサーバ、FTPサーバ、ネットワーク接続ストレージ(NAS)デバイス、ローカルディスクドライブ、または、符号化ビデオデータを記憶すること、および符号化ビデオデータを宛先デバイスに送信することが可能な任意の他のタイプのデバイスを含む。ファイルサーバ36からの符号化ビデオデータの送信は、ストリーミング送信、ダウンロード送信、または両方の組合せであり得る。ファイルサーバ36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じて宛先デバイス14によってアクセスされ得る。これは、ファイルサーバに記憶された符号化ビデオデータにアクセスするのに適切である、ワイヤレスチャネル(たとえば、Wi-Fi接続)、ワイヤード接続(たとえば、DSL、ケーブルモデム、イーサネット(

登録商標)、USBなど)、または両方の組合せを含み得る。

【0048】

[0054]宛先デバイス14は、図1の例では、受信機26と、モデム28と、ビデオデコーダ30と、ディスプレイデバイス32とを含む。宛先デバイス14の受信機26は、チャンネル16を介して情報を受信し、モデム28はその情報を復調して、ビデオデコーダ30のために復調されたビットストリームを生成する。チャンネル16を介して通信される情報は、ビデオデータを復号する際にビデオデコーダ30が使用する、ビデオエンコーダ20によって生成された様々なシンタックス情報を含み得る。そのようなシンタックスはまた、記憶媒体34またはファイルサーバ36に記憶された符号化ビデオデータとともに含まれ得る。ビデオエンコーダ20およびビデオデコーダ30の各々は、ビデオデータを符号化または復号することが可能であるそれぞれのエンコーダデコーダ(コーデック)の一部を形成し得る。

10

【0049】

[0055]ディスプレイデバイス32は、宛先デバイス14と一体化されるかまたはその外部にあり得る。いくつかの例では、宛先デバイス14は、一体型ディスプレイデバイスを含み、また、外部ディスプレイデバイスとインターフェースするように構成され得る。他の例では、宛先デバイス14はディスプレイデバイスであり得る。概して、ディスプレイデバイス32は、復号ビデオデータをユーザに対して表示し、液晶ディスプレイ(LCD)、プラズマディスプレイ、有機発光ダイオード(OLED)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備え得る。

20

【0050】

[0056]図1の例では、通信チャンネル16は、無線周波数(RF)スペクトルあるいは1つまたは複数の物理伝送線路など、任意のワイヤレスまたはワイヤード通信媒体、あるいはワイヤレス媒体とワイヤード媒体との任意の組合せを備え得る。通信チャンネル16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。通信チャンネル16は、概して、ワイヤード媒体またはワイヤレス媒体の任意の好適な組合せを含む、ビデオデータをソースデバイス12から宛先デバイス14に送信するのに好適な任意の通信媒体、または様々な通信媒体の集合体を表す。通信チャンネル16は、ソースデバイス12から宛先デバイス14への通信を可能にするのに有用であり得るルータ、スイッチ、基地局、または任意の他の機器を含み得る。

30

【0051】

[0057]ビデオエンコーダ20およびビデオデコーダ30は、現在開発中のHEVC規格など、ビデオ圧縮規格に従って動作し得、HEVCテストモデル(HM)に準拠し得る。代替的に、ビデオエンコーダ20およびビデオデコーダ30は、代替的にMPEG-4, Part 10, Advanced Video Coding(AVC)と呼ばれるITU-T H.264規格など、他のプロプライエタリまたは業界標準、あるいはそのような規格の拡張に従って動作し得る。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。他の例にはMPEG-2およびITU-T H.263がある。

40

【0052】

[0058]図1には示されていないが、いくつかの態様では、ビデオエンコーダ20およびビデオデコーダ30は、それぞれオーディオエンコーダおよびデコーダと統合され得、適切なMUX-DEMUXユニット、または他のハードウェアおよびソフトウェアを含んで、共通のデータストリームまたは別個のデータストリーム中のオーディオとビデオの両方の符号化を処理し得る。適用可能な場合、いくつかの例では、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。

【0053】

50

【0059】ビデオエンコーダ20およびビデオデコーダ30はそれぞれ、1つまた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)、ディスクリート論理、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェアなど、様々な好適なエンコーダ回路のいずれか、またはそれらの任意の組合せ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、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て、本開示の技法を実行し得る。ビデオエンコーダ20およびビデオデコーダ30の各々は1つまたは複数のエンコーダまたはデコーダ中に含まれ得、そのいずれも、それぞれのデバイスにおいて複合エンコーダ/デコーダ(コーデック)の一部として統合され得る。

10

【0054】

【0060】ビデオエンコーダ20は、ビデオコーディングプロセスにおけるBACのための本開示の技法のいずれかまたはすべてを実装し得る。同様に、ビデオデコーダ30は、ビデオコーディングプロセスにおけるBACのためのこれらの技法のいずれかまたはすべてを実装し得る。本開示で説明するビデオコーデックは、ビデオエンコーダまたはビデオデコーダを指し得る。同様に、ビデオコーディングユニットは、ビデオエンコーダまたはビデオデコーダを指し得る。このコンテキストでは、ビデオコーディングユニットは、物理的ハードウェアであり、上記で説明したCUデータ構造とは異なる。同様に、ビデオコーディングはビデオ符号化またはビデオ復号を指し得る。

【0055】

20

【0061】本開示の一例では、ビデオエンコーダ20は、バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定することと、確率状態が複数の確率状態のうちの1つを備え、決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングすることと、グループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つは複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、グループ化されたインデックスの各々はテーブル中の確率シンボルの範囲をポイントする、を行うように構成され得る。

【0056】

【0062】同様に、本開示の別の例では、ビデオデコーダ30は、バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定することと、確率状態が複数の確率状態のうちの1つを備え、決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングすることと、グループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つは複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、グループ化されたインデックスの各々はテーブル中の確率シンボルの範囲をポイントする、を行うように構成され得る。

30

【0057】

【0063】以下のセクションでは、BACおよびCABAC技法についてより詳細に説明する。BACは、概して、再帰的間隔再分割プロセスである。BACは、H.264/AVCビデオコーディング規格では、および、現在、提案されているHEVCビデオコーディング規格では、CABACプロセスにおいてピンを符号化するために使用される。BACコーデックの出力は、最終コード化確率間隔内の確率の値または確率へのポイントを表すバイナリストリームである。確率間隔は、範囲と下端値(lower end value)とによって指定される。範囲は、確率間隔の外延(extension)である。低(low)は、コーディング間隔の下限である。

40

【0058】

【0064】ビデオコーディングへの算術コーディングの適用は、参照により本明細書に組み込まれる、D. Marpe、H. Schwarz、およびT. Wiegand「Context-Based Adaptive Binary Arithmetic Coding in the H.264/AVC Video Compression Standard」、IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology、vol. 13、no. 7、2003年7月に記載さ

50

れている。C A B A Cにおける各コンテキスト（すなわち、確率モデル）は、状態によって表される。各状態（ ）は、特定のシンボル（たとえば、ピン）が劣勢シンボル（L P S）である確率（ p ）を暗黙的に表す。シンボルは、L P Sまたは優勢シンボル（M P S : Most Probable Symbol）であり得る。シンボルはバイナリであり、したがって、M P SおよびL P Sは0または1であり得る。確率は、対応するコンテキストについて推定され、算術コードを使用してシンボルをエントロピーコーディングするために（暗黙的に）使用される。

【0059】

[0065] B A Cのプロセスは、コーディングすべきコンテキストとコーディングされているピンの値とに応じて、その内部値「範囲」および「低」を変更する状態機械によって処理される。コンテキストの状態（すなわち、その確率）に応じて、範囲は、 $range\ MP\ S$ （状態中の優勢（the most probable）シンボルの範囲）と、 $range\ L\ P\ S$ （状態中の劣勢（the least probable）シンボルの範囲）とに分割される。理論上、確率状態の $range\ L\ P\ S$ 値は、次の乗算によって導出される。

【0060】

$$range\ L\ P\ S = 範囲 \times p$$

式中、 p は、L P Sを選択する確率である。もちろん、M P Sの確率は $1 - p$ である。すなわち、 $range\ MP\ S$ は、 $range\ L\ P\ S$ を引いた範囲に等しい。B A Cは、コーディングすべきコンテキストピンの状態と、現在の範囲と、コーディングされている（すなわち、L P SまたはM P Sに等しいピンである）ピンの値とに応じて、範囲を反復的に更新する。

【0061】

[0066] 図2 Aおよび図2 Bに、ピン n におけるこのプロセスの例を示す。図2 Aの例100では、ピン N において、ピン2での範囲は、あるコンテキスト状態（ ）が与えられればL P S（ p ）の確率によって与えられる $Range\ MP\ S$ と $Range\ L\ P\ S$ とを含む。例100は、ピン n の値がM P Sに等しいときのピン $n + 1$ における範囲の更新を示す。この例では、低（low）は同じままであるが、ピン $n + 1$ における範囲の値は、ピン n における $Range\ MP\ S$ の値まで低減される。図2 Bの例102は、ピン n における値がM P Sに等しくない（すなわち、L P Sに等しい）ときのピン $n + 1$ における範囲の更新を示す。この例では、低は、ピン n における $Range\ L\ P\ S$ の低範囲値まで移動される。さらに、ピン $n + 1$ における範囲の値は、ピン n における $Range\ L\ P\ S$ の値まで低減される。

【0062】

[0067] H E V C ビデオコーディングプロセスのための1つの提案では、範囲は9ビットを用いて、低（low）は10ビットを用いて表される。範囲値および低（low）値を十分な精度に維持するための再正規化プロセスがある。再正規化は、範囲が256よりも小さいときはいつでも行われる。したがって、範囲は、再正規化の後に常に256に等しいかまたはそれよりも大きい。範囲の値および低の値に応じて、B A Cは、ビットストリームに「0」または「1」を出力するか、または将来の出力のために保つべき（B O : ビットアウトスタンディング（bits - outstanding）と呼ばれる）内部変数を更新する。図3に、範囲に応じたB A C出力の例を示す。たとえば、範囲および低が、あるしきい値（たとえば、512）を上回るときは、「1」がビットストリームに出力される。範囲および低が、あるしきい値（たとえば、512）を下回るときは、「0」がビットストリームに出力される。範囲および低が、あるしきい値の間にあるときは、何もビットストリームに出力されない。代わりに、B O値が増分され、次のピンが符号化される。

【0063】

[0068] H . 2 6 4 / A V C の C A B A C コンテキストモデル、およびH E V Cのためのいくつかの提案では、128の状態がある。0 ~ 63であり得る、（状態によって示される）64の可能なL P S確率がある。各M P Sは0または1であり得る。したがって、128の状態は、64の状態確率 \times M P Sの2つの可能な値（0または1）である。した

10

20

30

40

50

がって、状態は、7つのビットを用いてインデックス付けされ得る。

【0064】

[0069] LPS 範囲 (rangeLPS) を導出する計算を軽減するために、 $H \cdot 2^{64} / AVC$ および $HEVC$ のためのいくつかの提案では、すべての場合の結果が近似として事前計算され、ルックアップテーブルに記憶される。したがって、LPS 範囲は、単純なテーブルルックアップを使用することによって乗算なしに取得され得る。この演算は多くのハードウェアアーキテクチャにおいて著しいレイテンシを引き起こし得るので、乗算を回避することは、いくつかのデバイスまたはアプリケーションにとって重要であり得る。

【0065】

[0070] 4列の事前計算された LPS 範囲テーブルが、乗算の代わりに使用される。範囲は4つのセグメントに分割される。セグメントインデックスは、クエスチョン (range >> 6) & 3 によって導出され得る。事実上、セグメントインデックスは、実際の範囲からビットをシフトし、ドロップすることによって導出される。以下の表1に、可能な範囲とそれらの対応するインデックスとを示す。

【表1】

表1 - 範囲インデックス

範囲	256-319	320-383	384-447	448-511
(range >> 6) & 3	0	1	2	3

【0066】

[0071] LPS 範囲テーブルは、その場合、64のエントリ (確率状態ごとに1つ) × 4 (範囲インデックスごとに1つ) を有する。各エントリは、RangeLPS、すなわち、範囲 × LPS 確率の値である。このテーブルの一部の例を以下の表2に示す。表2は確率状態9 ~ 12を示す。HEVCのための1つの提案では、確率状態は0 ~ 63にわたり得る。

【表2】

表2 - RangeLPS

確率状態(σ)	RangeLPS			
	インデックス0	インデックス	インデックス2	インデックス3
...
9	90	110	130	150
10	85	104	123	142
11	81	99	117	135
12	77	94	111	128
...

【0067】

[0072] 各セグメント (すなわち、範囲値) 中で、各確率状態の LPS 範囲はあらかじめ定義されている。言い換えれば、確率状態の LPS 範囲は、4つの値 (すなわち、範囲インデックスごとに1つの値) に量子化される。所与のポイントにおいて使用される特定の LPS 範囲は、範囲が属するセグメントに依存する。テーブル中で使用される可能な LPS 範囲の数は、テーブル列の数 (すなわち、可能な LPS 範囲値の数) と LPS 範囲精度との間のトレードオフである。概して、列が多くなると、LPS 範囲値の量子化誤差

が小さくなるが、テーブルを記憶するためのより多くのメモリの必要が増加する。列が少なくなると、量子化誤差は増加するが、テーブルを記憶するために必要とされるメモリが低減される。

【 0 0 6 8 】

[0073] 上記で説明したように、各 L P S 確率状態は対応する確率を有する。各状態の確率は次のように導出される。

【 0 0 6 9 】

$$p_i = \frac{1}{2^{i-1}}$$

式中、状態 i は 0 ~ 63 である。定数 α は、各コンテキスト状態間の確率変化の量を表す。一例では、 $\alpha = 0.9493$ 、または、より正確には、 $\alpha = (0.01875 / 0.5)^{1/63}$ である。状態 $i = 0$ における確率は 0.5 に等しい（すなわち、 $p_0 = 1/2$ ）。すなわち、コンテキスト状態 0 において、L P S と M P S とは同程度の確率がある。各連続状態における確率は、 α によって前の状態を乗算することによって導出される。したがって、コンテキスト状態 $i = 1$ における L P S 発生の確率は、 $p_0 * 0.9493$ ($0.5 * 0.9493 = 0.47465$) である。したがって、状態 i のインデックスが増加するにつれて、L P S 発生の確率は下がる。

【 0 0 7 0 】

[0074] 信号統計値（すなわち、前にコーディングされたピンの値）に続くために、確率状態が更新されるので、C A B A C は適応型である。更新プロセスは以下の通りである。所与の確率状態の場合、更新は、状態インデックスと、L P S または M P S のいずれかとして識別された符号化シンボルの値とに依存する。更新プロセスの結果として、潜在的に変更された L P S 確率推定値と、必要な場合、変更された M P S 値とからなる新しい確率状態が導出される。

【 0 0 7 1 】

[0075] ピン値が M P S に等しい場合、所与の状態インデックスが単に 1 だけ増分される。これは、L P S 確率がすでにその最小値にある（すなわち、最大 M P S 確率に達した）、状態インデックス 62 において M P S が発生した場合を除く、すべての状態についてである。この場合、L P S が参照されるまで状態インデックス 62 が固定されたままであるか、または、最後のピン値が符号化される（最後のピン値の特殊な場合、状態 63 が使用される）。L P S が発生したとき、状態インデックスは、下記の式に示すように、状態インデックスをある量だけ減分することによって変更される。このルールは、概して、L P S の各発生に適用されるが、以下の例外がある。同程度の確率がある（equi-probable）場合に対応する、インデックス $i = 0$ の状態において、L P S が符号化されたと仮定すると、状態インデックスは固定されたままであるが、M P S 値は、L P S と M P S との値が交換されるようにトグルされる。すべての他の場合には、たとえどのシンボルが符号化されたとしても、M P S 値は改変されない。L P S 確率についての遷移ルールの導出は、所与の L P S 確率 p_{old} とその更新された相対物 p_{new} との間の以下の関係に基づく。

【 数 1 】

$$p_{new} = \max(\alpha p_{old}, p_{62}) \quad \text{MPS が発生する場合}$$

$$p_{new} = (1 - \alpha) + \alpha p_{old} \quad \text{LPS が発生する場合}$$

【 0 0 7 2 】

[0076] C A B A C における確率推定プロセスの実際的な実装形態に関して、すべての遷移ルールが、それぞれ 6 ビット符号なし整数値の 63 のエントリを有する最大 2 つのテーブルによって実現され得ることに留意することが重要である。いくつかの例では、所与の状態インデックス i について、L P S が観測された場合、新しい更新された状態インデックス $TransIdxLPS[i]$ を決定する、単一のテーブル $TransIdxLPS$ を用いて状態遷移が決定され得る。M P S 駆動型遷移（MPS-driven transitions）は、固定値 1 による状態インデックスの単純な（飽和した（saturated））増分によって取得され

、その結果、更新された状態インデックス $\min(\quad + 1, 62)$ が得られ得る。以下の表 3 は、部分的な TransIdxLPS テーブルの例である。

【表 3】

表 3 - TransIdxLPS

確率状態(σ)	新しい状態 TransIdxLPS [σ]
...	...
9	6
10	8
11	8
12	8
...	...

10

【0073】

[0077]以前の BAC 手法（たとえば、 H.264/AVC において使用される BAC 手法）の 1 つの問題は、テーブル RangeLPS および TransIdxLPS が低解像度ビデオ（すなわち、共通中間フォーマット（ CIF ）および $1/4\text{CIF}$ （ QCIF ）ビデオ）用に調整されることである。現在、大量のビデオコンテンツが高精細度（ HD ）であり、場合によっては、 HD よりも高い。 HD または HD よりも高い精細度のビデオコンテンツは、 H.264/AVC を開発するために使用される、10 年経った QCIF シーケンスとは異なる統計値を有する。

20

【0074】

[0078]このように、 H.264/AVC からのテーブル RangeLPS および TransIdxLPS は、状態間の適応を速すぎる方法で引き起こすことがある。すなわち、確率状態間の遷移は、特に LPS が発生したとき、 HD ビデオのより滑らかでより高解像度のコンテンツにとって大きすぎる可能性がある。したがって、従来の技法に従って使用される確率モデルは、 HD およびエクストラ HD コンテンツの場合ほど正確ではない。さらに、 HD ビデオコンテンツはより大きい範囲のピクセル値を含むので、 H.264/AVC テーブルは、 HD コンテンツ中に存在し得るより極端な値に対応するのに十分なエントリを含まない。

30

【0075】

[0079]したがって、この新しいコンテンツの特性に対応するために、 RangeLPS テーブルおよび TransIdxLPS テーブルが変更される必要がある。これはまた、 BAC が少なくとも 2 つの側面において異なるべきであることを暗示する。1 つの差異は、 BAC プロセスが、より遅い適応プロセスを可能にするテーブルを使用すべきであること。別の差異は、 BAC プロセスが、より極端な場合（すなわち、歪んだ確率）に対応すべきであること。

【0076】

40

[0080]現在の RangeLPS テーブルおよび TransIdxLPS テーブルは、これらの目的を達成するために、単により多くの確率状態および範囲を含めることによって変更され得る。しかしながら、この解決策は、テーブルのサイズのかなりの増加を招く。より遅い適応は、現在使用されているパラメータ（たとえば、 $\quad = 0.9493$ ）よりも 1 に近いパラメータを使用することによって達成され得る。しかしながら、より大きい値を使用することは、確率をよりゆっくり 0 に向かわせ、したがって、より多くの状態が必要とされる。さらに、より遅い適応を達成するために、可能な最も低い確率が、現在使用されている最低確率よりもはるかに低ければ有益である。したがって、その極めて低い確率値に達するために、さらにより多くの状態が必要とされ得る。

【0077】

50

[0081]上記の問題に鑑みて、本開示では、テーブルサイズ（たとえば、RangeLPSテーブルおよびTransIdxLPSテーブル）を実際レベルに保ちながら、より遅い適応と、より歪んだ確率とを達成するようにBACを変更するための技法を提案する。言い換えれば、本開示は、相対的に小さいサイズのテーブルを使用しながら、より遅い適応と、より極端な確率（すなわち、0および1により近い確率）とを達成するための技法について説明する。

【0078】

[0082]本開示で説明する技法は、より多い確率状態、たとえば、H.264/AVCを用いるBAC、またはHEVCのために現在提案されているBACにおいて使用されるよりも多い確率状態を使用し得る。この場合、TransIdxLPSテーブルは、より遅い適応とより低い確率とを得ることができる。一例では、本開示で説明する技法は、64の代わりに128の確率状態を使用し得る。これは、テーブルTransIdxLPSを64エントリだけ増加させる（すなわち、64の代わりに128のエントリ）。この増加は、より遅い適応とより低い最小確率とを可能にする。一例として、パラメータ = 0.9689を設定することによって、連続確率間の差はより小さくなる。さらに、最低最小確率は0.009まで下がり、H.264/AVCの場合の約1/2（すなわち、0.01875）である。また、状態および値の他の数が可能であるが、概して、状態の数は増加させられ得、値は、 = 0.9493のH.264/AVCの場合よりも1により近くなり得る。

【0079】

[0083]HDまたはエクストラHDコーディングを改善するために変更され得る別のパラメータは、パラメータ p_0 である。 p_0 の値は、概して、LPSの最大確率を示す。この可能性を考慮する理由は、より低い p_0 を有することが、最小確率も低下することを意味するからである。 p_0 の値は、従来のBACプロセスにおいて0.5に設定される。本開示は、 p_0 に対して他の値を可能にする。0.5よりも低い p_0 の他の値を有することは、MPS/LPSスワップが発生したとき、状態0でのより滑らかな遷移を可能にする。多くの他の例も使用され得るが、一例では、 p_0 が0.493に等しいことが提案される。

【0080】

[0084]通常、各確率状態は、それ自体のエントリをRangeLPSテーブル中に有する。テーブルサイズは次のように表され得る。

【0081】

probability states \times # quantized range indexes (確率状態の数 \times 量子化範囲インデックスの数)

これは、HEVCのためのいくつかの提案では、 $64 \times 4 = 256$ バイトである。本開示の例では、状態の数が増加するので（上記の例では2倍になる）、RangeLPSテーブルサイズは $128 \times 4 = 512$ バイトであり得る。しかしながら、RangeLPSテーブルサイズのこの増加を回避するために、本開示はさらに、RangeLPSサイズをインデックス付けするために、確率状態インデックスを小さいサイズ（すなわち、数個のインデックス）にマッピングすることを提案する。言い換えれば、本開示は、状態遷移プロセスを範囲計算プロセスから分離することを提案する。これは、本例では、状態について範囲計算へのマップがあることを意味する。1つの特定の例では、本開示は、ビデオエンコード20および/またはビデオデコード30が、それによって、決定された確率状態を示すインデックスを複数のグループ化されたインデックス（たとえば、RangeLPSテーブルのためのグループ化されたインデックス）のうちの1つにマッピングするように構成される、プロセスを提案し、ここにおいて、グループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つは、複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表す。したがって、RangeLPSテーブル（または他のBACテーブル）は、存在する確率状態よりも少ないインデックスを使用し得る。

【0082】

[0085]本開示の一例では、RangeLPSテーブルのエントリとして使用すべき新し

いインデックスを生成するために、確率状態数が2で割られ得る。この場合、128の確率状態は64のエントリに低減される。したがって、RangeLPSTテーブルは、H.264/AVCにおいて使用される現在のサイズを保つことができる。したがって、範囲LPSTテーブル中のエントリをインデックス付けするために確率状態を使用する代わりに、本開示で説明する技法は(> 1)を採用し、すなわち、RangeLPSTテーブルへのグループ化されたインデックスとして使用するために、状態が2で割られ、より小さい整数に丸められる。所与の実装形態のためにRangeLPSTテーブルがより小さいことが望まれる場合、または状態の数がより大きい(たとえば、256の確率状態)場合、より大きい数での除算であり得る。このコンテキストでは、各グループ化されたインデックスは2つの確率状態を表す。本開示の他の例では、グループ化されたインデックスは、2つ以上の確率状態を表し得る。

10

【0083】

[0086]最適エントロピーの観点から、除算または右ビットシフト演算の使用によるRangeLPSTテーブルの状態のグループ化は有益であり得るが、常に最適技法であるとは限らない。最適グループ化は、特に、状態の数およびパラメータを含むいくつかのファクタに依存し得る。最も望ましい(場合によっては最適な)グループ化は、ビットシフト演算のような簡単な演算でないことがある。概して、総数の確率状態から低減された数の確率状態(すなわち、グループ化された状態)まで進むグループ化は、テーブルを用いて説明され得る。別の例では、本開示は、この種類のテーブルを使用することを提案する。この手法は、追加のメモリという犠牲を払って、(除算または右シフトと比較して)性能を向上させ得る。したがって、この例は、メモリと性能との間のトレードオフであり、線形マッピング例(すなわち、除算または右シフト)に勝るより良い性能を選好する。

20

【0084】

[0087]したがって、RangeLPSTテーブル中のエントリへの確率状態の線形マッピングが使用され得るが、非線形マッピングを行うことが望ましいことがある。たとえば、確率状態が対数マッピングに従ってマッピングされ得る。対数マッピングは、いくつかの例では、区分的線形マッピング技法を使用して達成され得る。概して、そのようなマッピングは、事前計算されたマッピングテーブルなど、テーブルを使用して定義され得る。

【0085】

[0088]概して、本開示で説明する技法は、いくつかの例では、ビデオデータをエントロピーコーディングするための方法またはデバイスによって実行され得る。本方法は、バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定することと、確率状態が複数の確率状態のうちの1つを備え、決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングすることと、グループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つが複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、グループ化されたインデックスの各々がテーブル中の劣勢シンボルの範囲を指す、を含み得る。

30

【0086】

[0089]確率状態の数は64よりも大きくなり得る。たとえば、確率状態の数は128であり得る。いくつかの例では、RangeLPSTテーブルへの入力として使用されるグループ化されたインデックスの数は、64である。特に、確率状態の数は128であり得、RangeLPSTテーブルへの入力として使用されるグループ化されたインデックスの数は64であり得る。シンボルは、グループ化されたインデックスに基づいて、たとえば、確率状態インデックスに基づくテーブルに従って、またはインデックスに基づく数学演算に従って、コーディングされ得る。決定された確率状態は、テーブルに従って、または数学演算に従って、複数のインデックスのうちの1つにマッピングする。マッピングは線形または非線形であり得る。たとえば、マッピングは、2で割る演算に従って実行され得る。いくつかの例では、マッピングは対数マッピングであり得る。いくつかの例では、区分的(piesewise)線形マッピングが、対数マッピングを定義するために使用され得る。いくつかの例では、LPSの最大確率の値 p_0 は、0.5よりも小さくなり得る。

40

50

【 0 0 8 7 】

[0090]本開示で説明する技法は、たとえば、ビデオエンコーダ、ビデオデコーダ、または、複合 (combined) ビデオエンコーダ/デコーダ (コーデック) 内で実行され得る。特に、そのような技法は、ビデオエンコーダのエントロピー符号化ユニット、および/またはビデオデコーダのエントロピー復号ユニットで実行され得る。本技法は、たとえば、現在開発中の H E V C 規格の態様によるビデオコーディングなど、ビデオコーディングをサポートするように構成され得る C A B A C プロセス内で実行され得る。エントロピー符号化および復号ユニットは、たとえば、残差ビデオデータに関連する量子化変換係数、動きベクトル情報、シンタックス要素、およびビデオ符号化および/またはビデオ復号プロセス中で有用であり得る他のタイプの情報など、様々なビデオデータのうちのいずれかを符号化または復号するために、コーディングプロセスを相反するまたは逆の方向で適用し得る。

10

【 0 0 8 8 】

[0091]図 4 は、本開示で説明したように、B A C コーディングのための技法を利用するように構成され得るビデオエンコーダ 2 0 の例を示すブロック図である。ビデオエンコーダ 2 0 について、例示のために H E V C コーディングのコンテキストにおいて説明するが、他のコーディング規格または方法に関して本開示を限定するものではない。ビデオエンコーダ 2 0 は、ビデオフレーム内の C U のイントラコーディングおよびインターコーディングを実行し得る。イントラコーディングは、所与のビデオフレーム内のビデオデータの空間的冗長性を低減または除去するために空間的予測に依拠する。インターコーディングは、ビデオシーケンスの現在のフレームと前にコーディングされたフレームとの間の時間的冗長性を低減または除去するために時間的予測に依拠する。イントラモード (I モード) は、いくつかの空間ベースのビデオ圧縮モードのいずれかを指し得る。単方向予測 (P モード) または双方向予測 (B モード) などのインターモードは、いくつかの時間ベースのビデオ圧縮モードのいずれかを指し得る。

20

【 0 0 8 9 】

[0092]図 4 に示すように、ビデオエンコーダ 2 0 は、符号化されるべきビデオフレーム内の現在ビデオブロックを受信する。図 4 の例では、ビデオエンコーダ 2 0 は、動き補償ユニット 4 4 と、動き推定ユニット 4 2 と、イントラ予測処理ユニット 4 6 と、参照フレームメモリ 6 4 と、加算器 5 0 と、変換処理ユニット 5 2 と、量子化ユニット 5 4 と、エントロピー符号化ユニット 5 6 とを含む。図 4 に示される変換処理ユニット 5 2 は、残差データのブロックに実際の変換または変換の組合せを適用するユニットであり、C U の変換ユニット (T U) と呼ばれることもある変換係数のブロックと混同されるべきでない。ビデオブロック復元のために、ビデオエンコーダ 2 0 はまた、逆量子化ユニット 5 8 と、逆変換処理ユニット 6 0 と、加算器 6 2 とを含む。再構成されたビデオからブロックネサアティファクトを除去するためにブロック境界をフィルタ処理するデブロッキングフィルタ (図 4 に図示せず) も含まれ得る。所望される場合、デブロッキングフィルタは、一般に、加算器 6 2 の出力をフィルタ処理することになる。

30

【 0 0 9 0 】

[0093]符号化プロセス中に、ビデオエンコーダ 2 0 は、コーディングされるべきビデオフレームまたはスライスを受信する。フレームまたはスライスは、複数のビデオブロック、たとえば、最大コーディングユニット (L C U) に分割され得る。動き推定ユニット 4 2 および動き補償ユニット 4 4 は、時間圧縮を行うために、1 つまたは複数の参照フレーム中の 1 つまたは複数のブロックに対する受信したビデオブロックのインター予測コーディングを実行する。イントラ予測処理ユニット 4 6 は、空間圧縮を行うために、コーディングされるべきブロックと同じフレームまたはスライス中の 1 つまたは複数の隣接ブロックに対する受信したビデオブロックのイントラ予測コーディングを実行し得る。

40

【 0 0 9 1 】

[0094]モード選択ユニット 4 0 は、たとえば、各モードについての誤差 (すなわち、ひずみ) 結果に基づいて、コーディングモードのうちの 1 つ、すなわち、イントラまたはイ

50

ンターを選択し得、得られたイントラまたはインター予測ブロック（たとえば、予測ユニット（PU））を、残差ブロックデータを生成するために加算器50に与え、参照フレーム中で使用する符号化ブロックを再構成するために加算器62に与える。加算器62は、以下でより詳しく説明されるように、予測ブロックを、そのブロックについての、逆変換処理ユニット60からの逆量子化され逆変換されたデータと合成して、符号化ブロックを再構成する。いくつかのビデオフレームはIフレームに指定され得、Iフレーム中のすべてのブロックはイントラ予測モードで符号化される。場合によっては、たとえば、動き推定ユニット42によって実行された動き探索によって得られたブロックの予測が不十分であったとき、イントラ予測処理ユニット46は、PフレームまたはBフレーム中のブロックのイントラ予測符号化を実行し得る。

10

【0092】

[0095]動き推定ユニット42と動き補償ユニット44とは、高度に統合され得るが、概念的な目的のために別々に示してある。動き推定（または動き探索）は、ビデオブロックの動きを推定する動きベクトルを生成するプロセスである。動きベクトルは、たとえば、参照フレームの参照サンプルに対する、現在フレーム中の予測ユニットの変位を示し得る。動き推定ユニット42は、予測ユニットを参照フレームメモリ64に記憶された参照フレームの参照サンプルと比較することによってインターコード化フレームの予測ユニットの動きベクトルを計算する。参照サンプルは、絶対値差分和（SAD）、2乗差分和（SSD）、または他の差分メトリックによって決定され得るピクセル差分に関して、コーディングされているPUを含むCUの部分にぴったり一致することがわかるブロックであり得る。参照サンプルは、参照フレームまたは参照スライス内のどこにでも発生し得、必ずしも、参照フレームまたはスライスのブロック（たとえば、コーディングユニット）境界において発生するとは限らない。いくつかの例では、参照サンプルは分数ピクセル位置において発生し得る。

20

【0093】

[0096]動き推定ユニット42は、計算された動きベクトルと他のシンタックス要素とを、エントロピーコーディングユニット56と動き補償ユニット44とに送る。動きベクトルによって識別される参照フレームの部分は参照サンプルと呼ばれることがある。動き補償ユニット44は、たとえば、PUの動きベクトルによって識別される参照サンプルを取り出すことによって、現在CUの予測ユニットについての予測値を計算し得る。

30

【0094】

[0097]イントラ予測処理ユニット46は、動き推定ユニット42と動き補償ユニット44とによって実行されるインター予測の代替として、受信したブロックに対してイントラ予測を実行し得る。イントラ予測処理ユニット46は、隣接する、前にコーディングされたブロック、たとえば、ブロックについての左から右へ、上から下への符号化順序を仮定すると、現在ブロックの上、右上、左上、または左のブロックに対して受信ブロックを予測し得る。イントラ予測処理ユニット46は多種多様なイントラ予測モードで構成され得る。たとえば、イントラ予測処理ユニット46は、符号化されているCUのサイズに基づいて、一定数の方向性予測モード、たとえば、35個の方向性予測モードで構成され得る。

40

【0095】

[0098]イントラ予測処理ユニット46は、たとえば、様々なイントラ予測モードの誤差値を計算し、最も低い誤差値を生じるモードを選択することによって、イントラ予測モードを選択し得る。方向性予測モードは、空間的に隣接するピクセルの値を合成し、その合成された値をPU中の1つまたは複数のピクセル位置に適用するための機能を含み得る。PU中のすべてのピクセル位置の値が計算されると、イントラ予測ユニット46は、PUと符号化されるべき受信ブロックとの間のピクセル差分に基づいて予測モードの誤差値を計算し得る。イントラ予測処理ユニット46は、許容できる誤差値を生じるイントラ予測モードが発見されるまでイントラ予測モードをテストし続け得る。イントラ予測処理ユニット46は、次いで、PUを加算器50に送り得る。

50

【 0 0 9 6 】

[0099]ビデオエンコーダ20は、コーディングされている元のビデオブロックから、動き補償ユニット44またはイントラ予測処理ユニット46によって計算された予測データを減算することによって残差ブロックを形成する。加算器50は、この減算演算を実行する1つまたは複数の構成要素を表す。残差ブロックはピクセル差分値の2次元行列に対応し得、残差ブロック中の値の数は、残差ブロックに対応するPU中のピクセルの数と同じである。残差ブロック中の値は、PU中のコロケート(co-located)ピクセルの値と、コーディングされるべき元のブロック中のコロケートピクセルの値との間の差分、すなわち、誤差に対応し得る。差分は、コーディングされるブロックのタイプに応じて、彩度の差分または輝度の差分であり得る。

10

【 0 0 9 7 】

[0100]変換処理ユニット52は、残差ブロックから1つまたは複数の変換ユニット(TU)を形成し得る。変換処理ユニット52は、複数の変換の中から変換を選択する。変換は、ブロックサイズ、コーディングモードなど、1つまたは複数のコーディング特性に基づいて選択され得る。変換処理ユニット52は、次いで、選択された変換をTUに適用して、変換係数の2次元アレイを備えるビデオブロックを生成する。さらに、変換処理ユニット52は、選択された変換パーティションを符号化ビデオビットストリーム中でシグナリングし得る。

【 0 0 9 8 】

[0101]変換処理ユニット52は、得られた変換係数を量子化ユニット54に送り得る。量子化ユニット54は、次いで、その変換係数を量子化し得る。量子化行列は、対応する変換係数に適用されるべき量子化の量を決定するために、量子化パラメータとともに使用され得る値を指定し得る。エントロピー符号化ユニット56が、走査モードに従って、行列中の量子化された変換係数の走査を実行し得る。本開示では、エントロピー符号化ユニット56が走査を実行するものとして説明する。ただし、他の例では、量子化ユニット54などの他の処理ユニットが走査を実行し得ることを理解されたい。

20

【 0 0 9 9 】

[0102]変換係数が1次元アレイに走査されると、エントロピー符号化ユニット56は、コンテキスト適応型可変長コーディング(CAVLC)、コンテキスト適応型バイナリ算術コーディング(CABAC)、確率間隔区分エントロピーコーディング(PIPE)、ゴロムコーディング、ゴロムライスコーディング、指数ゴロムコーディング、シンタックススペースコンテキスト適応型バイナリ算術コーディング(SBAC)、または別のエントロピーコーディング方法などのエントロピーコーディングを係数に適用し得る。本開示の例による、様々な異なるエントロピーコーディングプロセスを参照しているが、エントロピー符号化ユニット56は、上記で説明したBACコーディングを実行するように構成され得る。

30

【 0 1 0 0 】

[0103]CAVLCを実行するために、エントロピー符号化ユニット56は、送信されるべきシンボルの可変長コードを選択し得る。VLCのコードワードは、相対的により短いコードがより可能性が高いシンボルに対応し、より長いコードがより可能性が低いシンボルに対応するように構築され得る。このようにして、VLCの使用は、たとえば、送信されるべき各シンボルのために等長コードワードを使用するよりも、ビット節約を達成し得る。

40

【 0 1 0 1 】

[0104]CABACを実行するために、エントロピー符号化ユニット56は、送信されるべきシンボルを符号化するために、あるコンテキストに適用すべきコンテキストモデルを選択し得る。コンテキストは、たとえば、隣接値が非0か否かに関係し得る。エントロピー符号化ユニット56はまた、選択された変換を表す信号など、シンタックス要素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56によるエントロピーコーディングの後に、得られた符号化ビデオは、ビデオデコーダ30などの別のデバイスに送信され

50

るか、あるいは後で送信するかまたは取り出すためにアーカイブされ得る。

【 0 1 0 2 】

[0105]図 5 は、本開示の技法による、C A B A C を実行するように構成され得る例示的なエントロピー符号化ユニット 5 6 のブロック図である。シンタックス要素 1 1 8 が、エントロピー符号化ユニット 5 6 に入力される。シンタックス要素がすでに 2 進値シンタックス要素（すなわち、0 および 1 の値のみを有するシンタックス要素）である場合、2 値化のステップはスキップされ得る。シンタックス要素が非 2 進値シンタックス要素（たとえば、変換係数レベルなど、複数のビットによって表されるシンタックス要素）である場合、非 2 進値シンタックス要素はバイナライザ 1 2 0 によって 2 値化される。バイナライザ 1 2 0 は、2 値決定のシーケンスへの非 2 進値シンタックス要素のマッピングを実行する。これらの 2 値決定は、しばしば、「ピン」と呼ばれる。たとえば、変換係数レベルの場合、レベルの値は連続ピンに分割され、各ピンは、係数レベルの絶対値がある値よりも大きいか否かを示し得る。たとえば、（有効性フラグと呼ばれることがある）ピン 0 は、変換係数レベルの絶対値が 0 よりも大きいか否かを示す。ピン 1 は、変換係数レベルの絶対値が 1 よりも大きいか否かを示す、などである。各非 2 進値シンタックス要素について、一意のマッピングが展開され得る。

10

【 0 1 0 3 】

[0106]バイナライザ 1 2 0 によって生成された各ピンは、エントロピーコーディングユニット 5 6 のバイナリ算術コーディング側に供給される。すなわち、非 2 進値シンタックス要素のあらかじめ決定されたセットの場合、各ピンタイプ（たとえば、ピン 0 ）は、次のピンタイプ（たとえば、ピン 1 ）の前にコーディングされる。コーディングは、通常モードまたはバイパスモードのいずれかで実行され得る。バイパスモードでは、バイパスコーディングエンジン 1 2 6 は、固定の確率モデルを使用して、たとえば、ゴロムライスコーディングまたは指数ゴロムコーディングを使用して、算術コーディングを実行する。バイパスモードは、概して、より予測可能なシンタックス要素に使用される。

20

【 0 1 0 4 】

[0107]通常モードでのコーディングは、C A B A C を実行することを伴う。通常モード C A B A C は、ピン値をコーディングするためのものであり、ピンの値の確率は、前にコーディングされたピンの値が与えられれば予測可能である。L P S であるピンの確率は、コンテキストモデラ 1 2 2 によって決定される。コンテキストモデラ 1 2 2 は、ピン値とコンテキストモデル（たとえば、確率状態）とを出力する。コンテキストモデルは、一連のピンの初期コンテキストモデルであり得、または前にコーディングされたピンのコード化値に基づいて決定され得る。上記で説明したように、コンテキストモデラは、前にコーディングされたピンが M P S または L P S であったか否かに基づいて、状態を更新し得る。

30

【 0 1 0 5 】

[0108]コンテキストモデルおよび確率状態 がコンテキストモデラ 1 2 2 によって決定された後、通常コーディングエンジン 1 2 4 は、ピン値に対して B A C を実行する。本開示の技法による、通常コーディングエンジン 1 2 4 は、6 4 の確率状態 よりも多くを含む T r a n s I d x L P S テーブル 1 3 0 を使用して B A C を実行する。一例では、確率状態の数は 1 2 8 である。前のピン（ピン n）が L P S であるとき、次のピン（ピン n + 1）のためにどの確率状態が使用されるのか決定するために、T r a n s I d x L P S が使用される。通常コーディングエンジン 1 2 4 はまた、特定の確率状態 が与えられれば、L P S の範囲値を決定するために R a n g e L P S テーブル 1 2 8 を使用し得る。しかしながら、本開示の技法によれば、T r a n s I d x L P S テーブル 1 3 0 のすべての可能な確率状態 を使用するのではなく、確率状態インデックス が、R a n g e L P S テーブル中で使用するグループ化されたインデックスにマッピングされる。すなわち、R a n g e L P S テーブル 1 2 8 中への各インデックスは、総数の確率状態のうちの 2 つ以上を表し得る。グループ化されたインデックスへの確率状態インデックス のマッピングは、線形（たとえば、2 で割ることによって）であり得、または、非線形（たとえば、対数

40

50

関数またはマッピングテーブル)であり得る。

【0106】

[0109]本開示の他の例では、連続確率状態間の差は、パラメータ α を 0.9493 よりも大きくなるように設定することによって、より小さくなり得る。一例では、 $\alpha = 0.9689$ である。本開示の別の例では、LPS 発生 の最も高い確率 (p_0) は、0.5 よりも小さくなるように設定され得る。一例では、 p_0 が 0.493 に等しいことを提案する。

【0107】

[0110]図 4 に戻ると、場合によっては、エントロピー符号化ユニット 56 またはビデオエンコーダ 20 の別のユニットは、エントロピーコーディングに加えて他のコーディング機能を実行するように構成され得る。たとえば、エントロピー符号化ユニット 56 は CU および PU のコード化ブロックパターン (CBP) 値を決定するように構成され得る。また、場合によっては、エントロピー符号化ユニット 56 は係数のランレングスコーディングを実行し得る。さらに、エントロピー符号化ユニット 56、または他の処理ユニットはまた、量子化行列の値など、他のデータをコーディングし得る。

【0108】

[0111]逆量子化ユニット 58 および逆変換処理ユニット 60 は、それぞれ逆量子化および逆変換を適用して、たとえば参照ブロックとして後で使用するために、ピクセル領域において残差ブロックを再構成する。動き補償ユニット 44 は、残差ブロックを参照フレームメモリ 64 のフレームのうちの 1 つの予測ブロックに加算することによって参照ブロックを計算し得る。動き補償ユニット 44 はまた、再構成された残差ブロックに 1 つまたは複数の補間フィルタを適用して、動き推定において使用するサブ整数ピクセル値を計算し得る。加算器 62 は、再構成された残差ブロックを、動き補償ユニット 44 によって生成された動き補償予測ブロックに加算して、参照フレームメモリ 64 に記憶するための再構成されたビデオブロックを生成する。再構成されたビデオブロックは、後続のビデオフレーム中のブロックをインターコーディングするために動き推定ユニット 42 および動き補償ユニット 44 によって参照ブロックとして使用され得る。

【0109】

[0112]図 6 は、符号化ビデオシーケンスを復号するビデオデコーダ 30 の一例を示すブロック図である。図 6 の例では、ビデオデコーダ 30 は、エントロピー復号ユニット 70 と、動き補償ユニット 72 と、イントラ予測処理ユニット 74 と、逆量子化ユニット 76 と、逆変換ユニット 78 と、参照フレームメモリ 82 と、加算器 80 とを含む。ビデオデコーダ 30 は、いくつかの例では、ビデオエンコーダ 20 (図 4 参照) に関して説明した符号化パスとは概して逆の復号パスを実行し得る。エントロピー復号ユニット 70 または別のコーディングユニットは、たとえば、ソースシンボルの修正されたマッピングを使用して、量子化行列値、またはビデオデータなどの他の値のために、上記で説明した修正されたマッピングの逆を使用するように構成される。特に、エントロピー復号ユニット 70 は、エンコーダによって使用されたプロセスの概して逆であるプロセスを適用し得る。エントロピー復号ユニット 70 は、変換係数の 1 次元アレイを取り出すために、符号化ビットストリームに対してエントロピー復号プロセスを実行する。使用されるエントロピー復号プロセスは、ビデオエンコーダ 20 によって使用されたエントロピーコーディング (たとえば、CABAC、CAVLC、PIPE、または上記の他のプロセスなど) に依存する。本開示で説明する技法による、エントロピー復号ユニット 70 は、本開示で説明するように、たとえば CABAC プロセス内で BAC プロセスを適用し得る。エンコーダによって使用されたエントロピーコーディングプロセスは、符号化ビットストリーム中でシグナリングされ得るか、または所定のプロセスであり得る。

【0110】

[0113]図 7 は、本開示の技法による、CABAC を実行するように構成され得る例示的なエントロピー符号化ユニット 70 のブロック図である。図 7 のエントロピー復号ユニット 70 は、図 5 で説明したエントロピー符号化ユニット 56 とは逆に CABAC を実行す

る。ビットストリーム 218 からのコード化ビットはエントロピー復号ユニット 70 に入力される。コード化ビットは、それらがバイパスモードまたは通常モードを使用してエントロピーコーディングされたか否かに基づいて、コンテキストモデラ 220 またはバイパスコーディングエンジン 222 に供給される。コード化ビットがバイパスモードでコーディングされていた場合、バイパス復号エンジンは、たとえば、非 2 進シンタックス要素の 2 進値シンタックス要素またはピンを取り出すために、ゴロムライス復号または指数ゴロム復号を使用する。

【0111】

[0114] コーディングされたビットが通常モードでコーディングされていた場合、コンテキストモデラ 220 は、コード化ビットについての確率モデルを決定し得、通常復号エンジン 224 は、非 2 進値シンタックス要素のピン（または、2 進値の場合、それら自体のシンタックス要素）を生成するために、コード化ビットを復号し得る。コンテキストモデルと確率状態 とがコンテキストモデラ 220 によって決定された後、通常復号エンジン 224 がピン値に対して BAC を実行する。本開示の技法によれば、通常コーディングエンジン 224 は、64 より多い確率状態 を含む TransIdxLPS テーブル 228 を使用して BAC を実行する。本開示の技法に一致する確率状態の他の数が定義され得るが、一例では、確率状態の数は 128 である。前のピン（ピン n ）が LPS であるとき、次のピン（ピン $n+1$ ）のためにどの確率状態が使用されるのか決定するために、TransIdxLPS が使用される。通常複合エンジン 224 はまた、特定の確率状態 が与えられれば、LPS の範囲値を決定するために RangeLPS テーブル 226 を使用し得る。しかしながら、本開示の技法によれば、TransIdxLPS テーブル 228 のすべての可能な確率状態 を使用するというよりむしろ、確率状態インデックス が、RangeLPS テーブル 226 中で使用するグループ化されたインデックスにマッピングされる。すなわち、RangeLPS テーブル 226 中の各インデックスは、総数の確率状態のうちの 2 つ以上を表し得る。グループ化されたインデックスへの確率状態インデックス のマッピングは、線形（たとえば、2 で割ることによって）であり得、または、非線形（たとえば、対数関数またはマッピングテーブル）であり得る。

【0112】

[0115] 本開示の他の例では、連続確率状態間の差は、パラメータ を 0.9493 よりも大きくなるように設定することによって、より小さくなり得る。一例では、 $\alpha = 0.9689$ である。本開示の別の例では、LPS 発生の最も高い確率（ p_0 ）は、0.5 よりも小さくなるように設定され得る。一例では、 p_0 が 0.493 に等しいことを提案する。

【0113】

[0116] ピンが通常復号エンジン 224 によって復号された後、逆バイナライザ 230 は、ピンを変換して非 2 進値シンタックス要素の値に戻すために逆マッピングを実行し得る。

【0114】

[0117] 図 6 に戻ると、いくつかの例では、エントロピー復号ユニット 70（または逆量子化ユニット 76）は、ビデオエンコーダ 20 のエントロピー符号化ユニット 56（または量子化ユニット 54）によって使用された走査モードをミラーリングする走査を使用して受信値を走査し得る。係数の走査は逆量子化ユニット 76 において実行され得るが、走査については、例示のために、エントロピー復号ユニット 70 によって実行されるものとして説明する。さらに、説明しやすいように別個の機能ユニットとして示されているが、ビデオデコーダ 30 のエントロピー復号ユニット 70、逆量子化ユニット 76、および他のユニットの構造および機能は互いに高度に統合され得る。

【0115】

[0118] 逆量子化ユニット 76 は、ビットストリーム中で与えられ、エントロピー復号ユニット 70 によって復号された、量子化変換係数を逆量子化（inverse quantize）、すなわち、逆量子化（de-quantize）する。逆量子化プロセスは、たとえば、HEVC のため

10

20

30

40

50

に提案されたプロセスまたはH.264復号規格によって定義されたプロセスと同様の、従来のプロセスを含み得る。逆量子化プロセスは、量子化の程度を決定し、同様に、適用されるべき逆量子化の程度を決定するための、CUについてビデオエンコーダ20によって計算される量子化パラメータQPの使用を含み得る。逆量子化ユニット76は、係数が1次元アレイから2次元アレイに変換される前または変換された後に変換係数を逆量子化し得る。

【0116】

[0119]逆変換処理ユニット78は、逆量子化された変換係数に逆変換を適用する。いくつかの例では、逆変換処理ユニット78は、ビデオエンコーダ20からのシグナリングに基づいて、あるいはブロックサイズ、コーディングモードなどの1つまたは複数のコーディング特性から変換を推論することによって、逆変換を決定し得る。いくつかの例では、逆変換処理ユニット78は、現在ブロックを含むLCUのための4分木のルートノードにおけるシグナリングされた変換に基づいて、現在ブロックに適用すべき変換を決定し得る。代替的に、変換は、LCU4分木中のリーフノードCUのためのTU4分木のルートにおいてシグナリングされ得る。いくつかの例では、逆変換処理ユニット78は、逆変換処理ユニット78が、復号されている現在ブロックの変換係数に2つ以上の逆変換を適用する、カスケード逆変換を適用し得る。

【0117】

[0120]さらに、逆変換処理ユニットは、逆変換を適用して、本開示の上記で説明した技法に従って変換ユニットパーティションを生成し得る。

【0118】

[0121]イントラ予測処理ユニット74は、シグナリングされたイントラ予測モードと、現在フレームの前に復号されたブロックからのデータとに基づいて、現在フレームの現在ブロックについての予測データを生成し得る。取り出された動き予測方向、参照フレームインデックス、および計算された現在の動きベクトル（たとえば、統合モードに従って近隣のブロックからコピーされた動きベクトル）に基づいて、動き補償ユニットは、現在の部分の動き補償されたブロックを生成する。これらの動き補償ブロックは、本質的に、残差データを生成するために使用される予測ブロックを再現する。

【0119】

[0122]動き補償ユニット72は、動き補償ブロックを生成し、場合によっては、補間フィルタに基づいて補間を実行し得る。サブピクセル精度をもつ動き推定に使用されるべき補間フィルタの識別子は、シンタックス要素中に含まれ得る。動き補償ユニット72は、ビデオブロックの符号化中にビデオエンコーダ20によって使用された補間フィルタを使用して、参照ブロックのサブ整数ピクセルの補間値を計算し得る。動き補償ユニット72は、受信されたシンタックス情報に従って、ビデオエンコーダ20によって使用された補間フィルタを決定し、その補間フィルタを使用して予測ブロックを生成し得る。

【0120】

[0123]さらに、動き補償ユニット72およびイントラ予測処理ユニット74は、HEVCの例では、（たとえば、4分木によって与えられる）シンタックス情報の一部を使用して、符号化ビデオシーケンスの（1つまたは複数の）フレームを符号化するために使用されたLCUのサイズを決定し得る。動き補償ユニット72およびイントラ予測処理ユニット74はまた、シンタックス情報を使用して、符号化ビデオシーケンスのフレームの各CUがどのように分割されるか（および、同様に、サブCUがどのように分割されるか）を記述する分割情報を決定し得る。シンタックス情報はまた、各分割がどのように符号化されるかを示すモード（たとえば、イントラまたはインター予測、およびイントラ予測の場合はイントラ予測符号化モード）と、各インター符号化PUについての1つまたは複数の参照フレーム（および/またはそれらの参照フレームの識別子を含んでいる参照リスト）と、符号化ビデオシーケンスを復号するための他の情報とを含み得る。

【0121】

[0124]加算器80は、残差ブロックを、動き補償ユニット72またはイントラ予測処理

10

20

30

40

50

ユニット 7 4 によって生成された対応する予測ブロックと合成して、復号ブロックを形成する。所望される場合、ブロックネスアーティファクトを除去するために、復号ブロックをフィルタ処理するためにデブロックフィルタも適用され得る。復号ビデオブロックは、次いで、参照フレームメモリ 8 2 に記憶され、参照フレームメモリ 8 2 は、その後の動き補償のための参照ブロックを与え、また、(図 1 のディスプレイデバイス 3 2 などの)ディスプレイデバイス上での提示のために復号ビデオを生成する。

【 0 1 2 2 】

[0125] 図 8 は、本開示の技法による例示的なコーディング方法を示すフローチャートである。図 8 の技法は、ビデオエンコーダ(たとえば、ビデオエンコーダ 2 0 またはビデオデコーダ 3 0)の 1 つまたは複数の構成要素によって実行され得る。一例として、図 8 の方法は、ビデオエンコーダ 2 0 のエントロピー符号化ユニット 5 6 によっておよび/またはビデオデコーダ 3 0 のエントロピー復号ユニット 7 0 によって実行され得る。

10

【 0 1 2 3 】

[0126] ビデオエンコーダ 2 0 および/またはビデオデコーダ 3 0 は、ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータのエントロピーコーディングの方法を実行するように構成され得る。ビデオエンコーダ 2 0 および/またはビデオデコーダ 3 0 は、バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定するように構成され得、当該確率状態は複数の確率状態のうちの 1 つを備える(3 2 0)。ビデオエンコーダ 2 0 および/またはビデオデコーダ 3 0 は、決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの 1 つにマッピングするようにさらに構成され得、当該グループ化されたインデックスのうちの少なくとも 1 つが複数の確率状態のうちの少なくとも 2 つを表す(3 2 2)。グループ化されたインデックスの各々は、テーブル中の確率シンボルの範囲を識別する。

20

【 0 1 2 4 】

[0127] 確率状態インデックスを複数のグループ化されたインデックスのうちの 1 つにマッピングすることは、多くの方法のうちの 1 つで達成され得る。一例では、マッピングすることは、テーブルに従ってインデックスをグループ化されたインデックスにマッピングすることを備える。別の例では、マッピングすることは、数学演算に従ってインデックスをグループ化されたインデックスにマッピングすることを備える。さらに別の例では、マッピングすることは、2 で割る演算に従ってインデックスをグループ化されたインデックスにマッピングすることを備える。別の例では、マッピングすることは、線形マッピングに従ってインデックスをグループ化されたインデックスにマッピングすることを備える。また別の例では、マッピングすることは、対数マッピングに従ってインデックスをグループ化されたインデックスにマッピングすることを備える。さらに別の例では、マッピングすることは、区分的非線形マッピングに従ってインデックスをグループ化されたインデックスにマッピングすることを備える。

30

【 0 1 2 5 】

[0128] 本開示の一例では、複数の確率状態の数は 6 4 よりも大きい。より具体的な例では、複数の確率状態の数は 1 2 8 である。本開示の別の例では、グループ化されたインデックスの数は 6 4 である。

40

【 0 1 2 6 】

[0129] 本開示の別の例では、複数の確率状態が、最も高い確率状態 p_0 を含み、連続確率状態は、前の確率状態をパラメータで乗算することによって決定される。一例では、 p_0 は 0.9493 よりも大きく、 p_0 は 0.5 よりも小さい。より具体的な例では、 p_0 は約 0.9689 であり、 p_0 は約 0.493 である。

【 0 1 2 7 】

[0130] ビデオエンコーダ 2 0 および/またはビデオデコーダ 3 0 は、グループ化されたインデックスと確率状態とに基づいてシンボルをコーディングするようにさらに構成され得る(3 2 4)。一例では、シンボルをコーディングすることは、グループ化されたインデックスに基づくテーブルに従ってシンボルをコーディングすることを含み得る。別の例

50

では、シンボルをコーディングすることは、グループ化されたインデックスを生成するために、インデックスに対して実行された数学演算に従ってシンボルをコーディングすることを含み得る。

【 0 1 2 8 】

[0131] 図 8 の技法は、シンボルを符号化するために、ビデオエンコーダ 20 によってビデオ符号化プロセスに実装され得る。一例では、シンボルは変換係数のレベルである。この例では、ビデオ符号化方法は、残差データを生成するためにビデオデータを符号化することと、変換係数を生成するために残差データを変換することと、シンボルを作成するために変換係数を 2 値化することとをさらに含み得る。

【 0 1 2 9 】

[0132] 図 8 の技法はまた、シンボルを復号するために、ビデオデコーダ 30 によってビデオ復号プロセスに実装され得る。一例では、シンボルは変換係数のレベルである。一例では、シンボルは変換係数のレベルである。この例では、グループ化されたインデックスと確率状態とに基づいてシンボルをコーディングすることは、復号されたピンを生成する。ビデオ復号方法は、シンボルを受信することと、変換係数を生成するために復号されたピンを逆 2 値化することと、残差データを生成するために変換係数を逆変換することと、復号ビデオデータを生成するために残差データを復号することとをさらに含み得る。

【 0 1 3 0 】

[0133] 1 つまたは複数の例では、説明した機能は、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で実装され得る。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、あるい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、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可能にする任意の媒体を含む、データ記憶媒体または通信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。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、あるいは (2) 信号または搬送波などの通信媒体に対応し得る。データ記憶媒体は、本開示で説明し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 つまたは複数のコンピュータあるいは 1 つまた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。

【 0 1 3 1 】

[0134] 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 または他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージ、または他の磁気ストレージデバイス、フラッシュメモリ、あるいは命令また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。ただし、コンピュータ可読記憶媒体およびデータ記憶媒体は、接続、搬送波、信号、または他の一時媒体を含まないが、代わりに非一時的有形記憶媒体を対象とすることを理解されたい。本明細書で使用するディスク (disk) およびディスク (disc) は、コンパクトディスク (disc) (CD)、レーザーディスク (登録商標) (disc)、光ディスク (disc)、デジタル多用途ディスク (disc) (DVD)、フロッピー (登録商標) ディスク (disk) および Blu-ray ディスク (disc) を含み、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内に含めるべきである。

【 0 1 3 2 】

[0135]命令は、1つまたは複数のデジタル信号プロセッサ(DSP)などの1つまたは複数のプロセッサ、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論理アレイ(FPGA)、あるいは他の等価な集積回路またはディスプレイ論理回路によって実行され得る。したがって、本明細書で使用する「プロセッサ」という用語は、前述の構造、または本明細書で説明する技法の実装に好適な他の構造のいずれかを指す。さらに、いくつかの態様では、本明細書で説明した機能は、符号化および復号のために構成された専用のハードウェアおよび/またはソフトウェアモジュール内に与えられ得、あるい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中に十分に実装され得る。

10

【 0 1 3 3 】

[0136]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において実装され得る。本開示では、開示す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、それらの構成要素、モジュール、またはユニットを、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、上記で説明したように、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るか、または相互動作ハードウェアユニットの集合によって与えられ得る。

20

【 0 1 3 4 】

[0137]様々な例について説明した。これらおよび他の例は、以下の特許請求の範囲内に入る。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[1] ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータのエントロピーコーディングの方法であって、

バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定することと、前記確率状態は複数の確率状態のうちの1つを備え、

前記決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングすることと、前記グループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つは前記複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、前記グループ化されたインデックスの各々はテーブル中の確率シンボルの範囲を識別する、

30

を備える、方法。

[2] 前記複数の確率状態の数は64よりも大きい、[1]に記載の方法。

[3] 前記複数の確率状態の前記数は128である、[2]に記載の方法。

[4] グループ化されたインデックスの数は64である、[2]に記載の方法。

[5] 前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングすることをさらに備える、[1]に記載の方法。

[6] 前記シンボルをコーディングすることは、前記グループ化されたインデックスに基づくテーブルに従って前記シンボルをコーディングすることを備える、[5]に記載の方法。

40

[7] 前記シンボルをコーディングすることは、前記グループ化されたインデックスを生成するために、前記インデックスに対して実行された数学演算に従って前記シンボルをコーディングすることを備える、[5]に記載の方法。

[8] マッピングすることは、テーブルに従って前記インデックスをグループ化されたインデックスにマッピングすることを備える、[1]に記載の方法。

[9] マッピングすることは、数学演算に従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングすることを備える、[1]に記載の方法。

[10] マッピングすることは、2で割る演算に従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングすることを備える、[9]に記載の方法。

50

[1 1] マッピングすることは、線形マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングすることを備える、[1]に記載の方法。

[1 2] マッピングすることは、対数マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングすることを備える、[1]に記載の方法。

[1 3] マッピングすることは、区分的非線形マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングすることを備える、[1]に記載の方法。

[1 4] 前記複数の確率状態は最も高い確率状態 p_0 を含み、連続確率状態は、前の確率状態をパラメータで乗算することによって決定され、 p_0 は 0.9493 よりも大きく、 p_0 は 0.5 よりも小さい、[1]に記載の方法。

[1 5] p_0 は約 0.9689 であり、 p_0 は約 0.493 である、[1 4]に記載の方法。

[1 6] 前記ビデオコーディングプロセスはビデオ符号化プロセスであり、前記方法は、

残差データを生成するためにビデオデータを符号化することと、
変換係数を生成するために残差データを変換することと、
前記シンボルを作成するために変換係数を 2 値化することと、
をさらに備える、[5]に記載の方法。

[1 7] 前記ビデオコーディングプロセスはビデオ復号プロセスであり、前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングすることは、復号されたピンを生成し、前記方法は、

前記シンボルを受信することと、
変換係数を生成するために前記復号されたピンを逆 2 値化することと、
残差データを生成するために前記変換係数を逆変換することと、
復号ビデオデータを生成するために前記残差データを復号することと、
をさらに備える、[5]に記載の方法。

[1 8] ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータのエントロピーコーディングを実行するように構成された装置であって、

バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定することと、前記確率状態は複数の確率状態のうちの 1 つを備え、

前記決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの 1 つにマッピングすることと、前記グループ化されたインデックスのうちの少なくとも 1 つは前記複数の確率状態のうちの少なくとも 2 つを表し、前記グループ化されたインデックスの各々はテーブル中の確率シンボルの範囲を識別する、

を行うように構成されビデオコード
を備える、装置。

[1 9] 前記複数の確率状態の数は 64 よりも大きい、[1 8]に記載の装置。

[2 0] 前記複数の確率状態の前記数は 128 である、[1 9]に記載の装置。

[2 1] グループ化されたインデックスの数は 64 である、[1 9]に記載の装置。

[2 2] 前記ビデオコードは、前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングするようにさらに構成された、[1 8]に記載の装置。

[2 3] 前記ビデオコードは、前記グループ化されたインデックスに基づくテーブルに従って前記シンボルをコーディングするようにさらに構成された、[2 2]に記載の装置。

[2 4] 前記ビデオコードは、前記グループ化されたインデックスを生成するために、前記インデックスに対して実行された数学演算に従って前記シンボルをコーディングするようにさらに構成された、[2 2]に記載の装置。

[2 5] 前記ビデオコードは、テーブルに従って前記インデックスをグループ化され

10

20

30

40

50

たインデックスにマッピングするようにさらに構成された、[1 8]に記載の装置。

[2 6] 前記ビデオコードは、数学演算に従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングするようにさらに構成された、[1 8]に記載の装置。

[2 7] 前記ビデオコードは、2で割る演算に従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングするようにさらに構成された、[2 6]に記載の装置。

[2 8] 前記ビデオコードは、線形マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングするようにさらに構成された、[1 8]に記載の装置。

[2 9] 前記ビデオコードは、対数マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングするようにさらに構成された、[1 8]に記載の装置。

[3 0] 前記ビデオコードは、区分的非線形マッピングに従って前記インデックスを前記グループ化されたインデックスにマッピングするようにさらに構成された、[1 8]に記載の装置。

[3 1] 前記複数の確率状態は最も高い確率状態 p_0 を含み、連続確率状態は、前の確率状態をパラメータで乗算することによって決定され、 p_0 が 0.9493 よりも大きく、 p_0 が 0.5 よりも小さい、[1 8]に記載の装置。

[3 2] は約 0.9689 であり、 p_0 は約 0.493 である、[3 1]に記載の装置。

[3 3] 前記ビデオコーディングプロセスはビデオ符号化プロセスであり、前記ビデオコードはビデオエンコードであり、前記ビデオエンコードは、

残差データを生成するためにビデオデータを符号化することと、

変換係数を生成するために残差データを変換することと、

前記シンボルを作成するために変換係数を2値化することと、

を行うようにさらに構成された、[2 2]に記載の装置。

[3 4] 前記ビデオコーディングプロセスはビデオ復号プロセスであり、前記ビデオコードはビデオデコードであり、前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングすることは、復号されたピンを生成し、前記ビデオデコードは、

前記シンボルを受信することと、

変換係数を生成するために前記復号されたピンを逆2値化することと、

残差データを生成するために前記変換係数を逆変換することと、

復号ビデオデータを生成するために前記残差データを復号することと、

を行うようにさらに構成された、[2 2]に記載の装置。

[3 5] ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータのエントロピーコーディングを実行するように構成された装置であって、

バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定するための手段と、前記確率状態は複数の確率状態のうちの1つを備え、

前記決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの1つにマッピングするための手段と、前記グループ化されたインデックスのうちの少なくとも1つは前記複数の確率状態のうちの少なくとも2つを表し、前記グループ化されたインデックスの各々はテーブル中の確率シンボルの範囲を識別する、

を備える、装置。

[3 6] 前記複数の確率状態の数は64よりも大きい、[3 5]に記載の装置。

[3 7] 前記複数の確率状態の前記数は128である、[3 6]に記載の装置。

[3 8] グループ化されたインデックスの数は64である、[3 6]に記載の装置。

[3 9] 前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングするための手段をさらに備える、[3 5]に記載の装置。

10

20

30

40

50

[4 0] 前記複数の確率状態は最も高い確率状態 p_0 を含み、連続確率状態は、前の確率状態をパラメータ で乗算することによって決定され、 は 0 . 9 4 9 3 よりも大きく、 p_0 は 0 . 5 よりも小さい、[3 5] に記載の装置。

[4 1] は約 0 . 9 6 8 9 であり、 p_0 は約 0 . 4 9 3 である、[4 0] に記載の装置。

[4 2] 実行されたとき、ビデオコーディングプロセスにおけるバイナリ算術コーディングプロセスを使用するビデオデータのエントロピーコーディングを実行するように構成されたデバイスの 1 つまたは複数のプロセッサに、

バイナリ算術コーディングプロセスにおけるシンボルの確率状態を決定することと、前記確率状態は複数の確率状態のうちの 1 つを備え、

前記決定された確率状態を示すインデックスを、複数のグループ化されたインデックスのうちの 1 つにマッピングすることと、前記グループ化されたインデックスのうちの少なくとも 1 つは前記複数の確率状態のうちの少なくとも 2 つを表し、前記グループ化されたインデックスの各々はテーブル中の確率シンボルの範囲を識別する、

を行わせる命令を記憶するコンピュータ可読記憶媒体。

[4 3] 前記複数の確率状態の数は 6 4 よりも大きい、[4 2] に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

[4 4] 前記複数の確率状態の前記数は 1 2 8 である、[4 3] に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

[4 5] グループ化されたインデックスの数は 6 4 である、[4 3] に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

[4 6] 前記 1 つまたは複数のプロセッサに、前記グループ化されたインデックスと前記確率状態とに基づいて前記シンボルをコーディングさせるための命令をさらに備える、[4 2] に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

[4 7] 前記複数の確率状態は最も高い確率状態 p_0 を含み、連続確率状態は、前の確率状態をパラメータ で乗算することによって決定され、 は 0 . 9 4 9 3 よりも大きく、 p_0 は 0 . 5 よりも小さい、[4 2] に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

[4 8] は約 0 . 9 6 8 9 であり、 p_0 は約 0 . 4 9 3 である、[4 7] に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

10

20

【図 1】

図 1

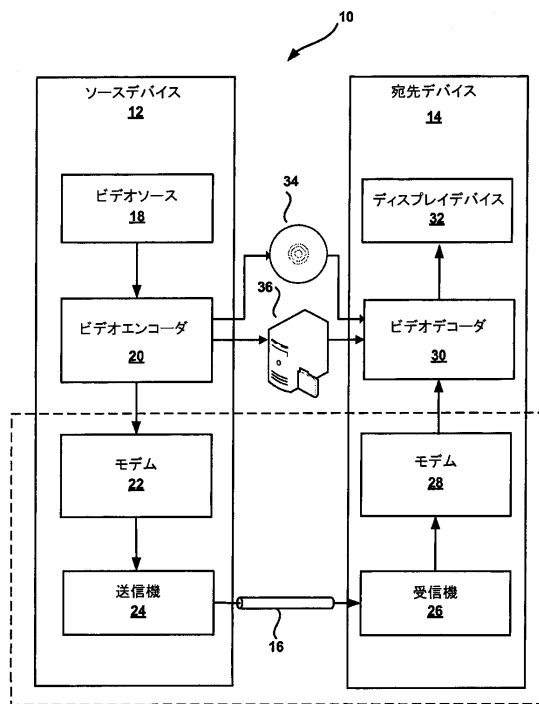


FIG. 1

【図 2 A】

図 2A

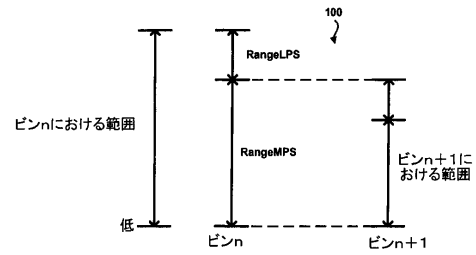


FIG. 2A

【図 2 B】

図 2B

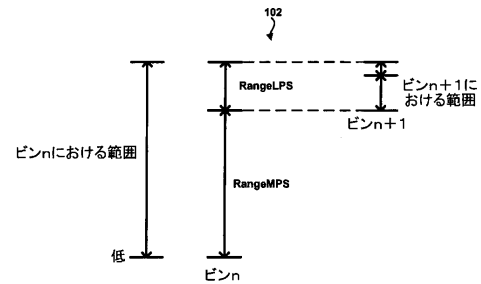


FIG. 2B

【図 3】

図 3

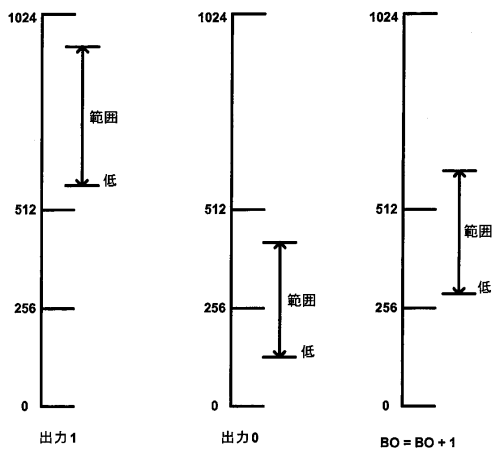


FIG. 3

【図 4】

図 4

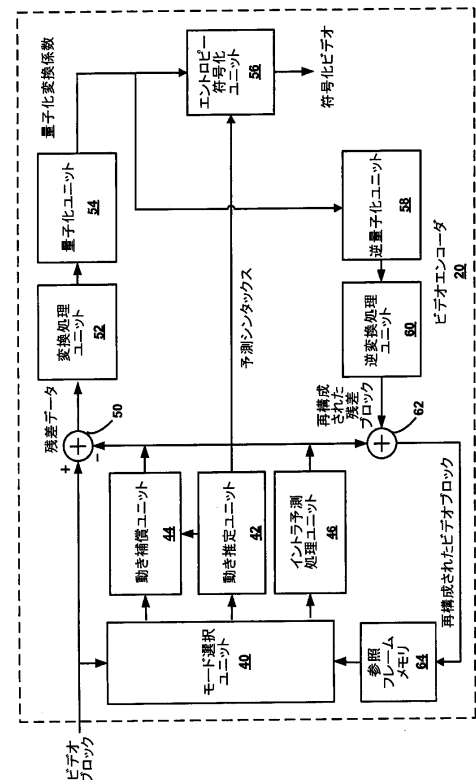


FIG. 4

【図 6】

図 6

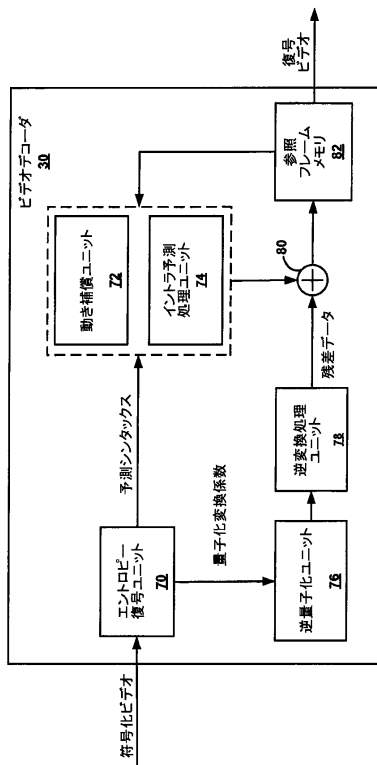


FIG. 6

【図 8】

図 8

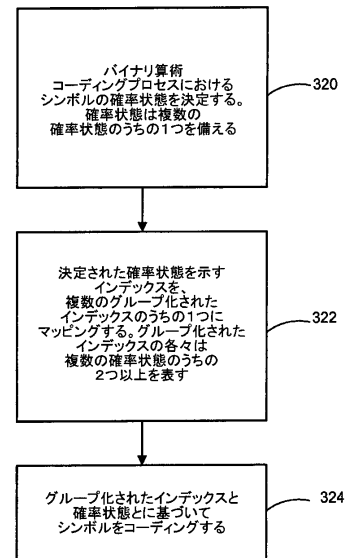


FIG. 8

【図 5】

図 5

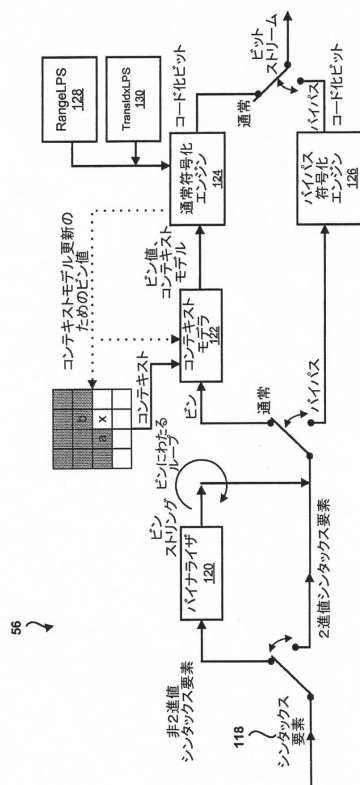


FIG. 5

【図 7】

図 7

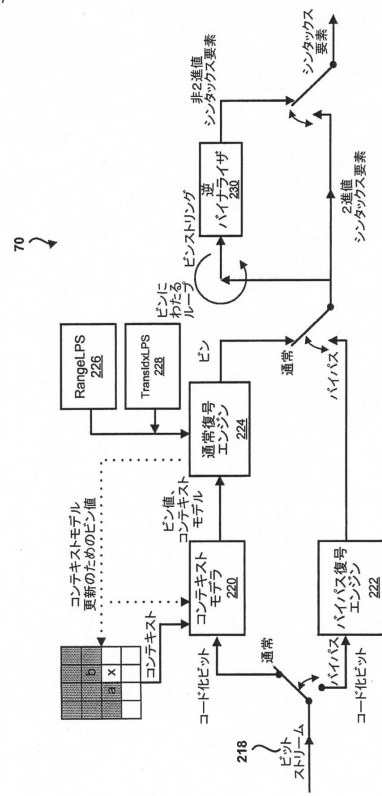


FIG. 7

フロントページの続き

- (74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (72)発明者 ソル・ロジャルス、ジョエル
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 カークゼウィックス、マルタ
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 岩井 健二

(56)参考文献 国際公開第2 0 1 2 / 1 7 2 1 1 3 (WO, A 1)

Hongbo Zhu, Arithmetic coding based on probability aggregation and delayed subdivision, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 1st Meeting: Dresden, DE, 2 0 1 0 年 4 月, JCTVC-A027, pp.1-6

Tzu-Der Chuang et al., CABAC with a Reduced LPS Range Table, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 6th Meeting: Torino, IT, 2 0 1 1 年 7 月, JCTVC-F061, pp.1-5

Detlev Marpe et al., Unified PIPE-Based Entropy Coding for HEVC, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 6th Meeting: Torino, IT, 2 0 1 1 年 7 月, JCTVC-F268, pp.1-21

Joel Sole and Marta Karczewicz, Modified LPS range and state transition tables for BAC, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 7th Meeting: Geneva, CH, 2 0 1 1 年 1 1 月, JCTVC-G324_r1, pp.1-9

Joel Sole et al., CE1: Modified LPS range and state transition tables for BAC, Joint Collaborative Team on Video Coding (JCT-VC) of ITU-T SG16 WP3 and ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, 8th Meeting: San Jose, CA, USA, 2 0 1 2 年 2 月, JCTVC-H0444_r1, pp.1-8

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)

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