

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7344883号
(P7344883)

(45)発行日 令和5年9月14日(2023.9.14)

(24)登録日 令和5年9月6日(2023.9.6)

(51)国際特許分類	F I
H 0 4 N 19/593(2014.01)	H 0 4 N 19/593
H 0 4 N 19/105(2014.01)	H 0 4 N 19/105
H 0 4 N 19/176(2014.01)	H 0 4 N 19/176
H 0 4 N 19/186(2014.01)	H 0 4 N 19/186

請求項の数 15 (全54頁)

(21)出願番号	特願2020-540627(P2020-540627)	(73)特許権者	000001007 キャノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(86)(22)出願日	平成31年2月21日(2019.2.21)	(74)代理人	110003281 弁理士法人大塚国際特許事務所
(65)公表番号	特表2021-515999(P2021-515999 A)	(72)発明者	ラロシュ, ギローム フランス国 レンヌ-アタラント, セデ ックス セッソン-セヴィニエ 3551 7, リュドゥラ トゥッシュランペ ル キャノン リサーチ センター フラン ス エス, エー, エス 内
(43)公表日	令和3年6月24日(2021.6.24)	(72)発明者	タケ, ジョナサン フランス国 レンヌ-アタラント, セデ ックス セッソン-セヴィニエ 3551 7, リュドゥラ トゥッシュランペ ル キャノン リサーチ センター フラン ス エス, エー, エス 内
(86)国際出願番号	PCT/EP2019/054376		
(87)国際公開番号	WO2019/162413		
(87)国際公開日	令和1年8月29日(2019.8.29)		
審査請求日	令和4年2月18日(2022.2.18)		
(31)優先権主張番号	1802972.8		
(32)優先日	平成30年2月23日(2018.2.23)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)		
(31)優先権主張番号	1820023.8		
(32)優先日	平成30年12月7日(2018.12.7)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 線形成分サンプル予測のための新しいサンプルセット及び新しいダウンサンプリング方式

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

対象エリアにおけるクロマブロックのクロマサンプル値を取得するための線形モデルであって、前記クロマブロックと同じフレーム内のルマブロックのルマサンプル値から前記クロマサンプル値を取得するための線形モデルを導出する方法であって、
前記対象エリアの近傍の所定の位置に対応するサンプルの値に基づいて、前記線形モデルを導出するための2組の値を決定する第1の決定工程と、

前記線形モデルを導出するための前記2組の値を用いて、前記線形モデルのパラメータを決定する第2の決定工程と

を有し、

前記2組の各組は2つの変数によって定義され、前記2つの変数の内の第1の変数はルマサンプル値に対応し、前記2つの変数の内の第2の変数はクロマサンプル値に対応し、
前記2組の値における各値は、前記対象エリアの近傍のサンプル値に基づく2つの値を平均することで決定される

方法。

【請求項2】

前記線形モデルのパラメータは、前記線形モデルの傾きに対応するパラメータを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記線形モデルのパラメータは、前記線形モデルの切片に対応するパラメータを含む、

請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記線形モデルは、前記 2 組の値で定義される 2 点を通る直線を表す線形モデルである、請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の方法。

【請求項 5】

前記所定の位置における前記サンプルの値が利用可能でない場合、他の位置におけるサンプルの値が前記 2 組の値のいずれかのために用いられる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

ビットストリームに 1 つ以上の画像を符号化する方法であって、請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の方法に従って、前記線形モデルを導出する方法。

10

【請求項 7】

ビットストリームから 1 つ以上の画像を復号する方法であって、請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の方法に従って、前記線形モデルを導出する方法。

【請求項 8】

対象エリアにおけるクロマブロックのクロマサンプル値を取得するための線形モデルであって、前記クロマブロックと同じフレーム内のルマブロックのルマサンプル値から前記クロマサンプル値を取得するための線形モデルを導出するための装置であって、前記対象エリアの近傍の所定の位置に対応するサンプルの値に基づいて、前記線形モデルを導出するための 2 組の値を決定する第 1 の決定手段と、

前記線形モデルを導出するための前記 2 組の値を用いて、前記線形モデルのパラメータを決定する第 2 の決定手段と

20

を有し、

前記 2 組の各組は 2 つの変数によって定義され、前記 2 つの変数の内の第 1 の変数はルマサンプル値に対応し、前記 2 つの変数の内の第 2 の変数はクロマサンプル値に対応し、

前記 2 組の値における各値は、前記対象エリアの近傍のサンプル値に基づく 2 つの値を平均することで決定される

装置。

【請求項 9】

前記線形モデルのパラメータは、前記線形モデルの傾きに対応するパラメータを含む、請求項 8 に記載の装置。

30

【請求項 10】

前記線形モデルのパラメータは、前記線形モデルの切片に対応するパラメータを含む、請求項 8 又は 9 に記載の装置。

【請求項 11】

前記線形モデルは、前記 2 組の値で定義される 2 点を通る直線を表す線形モデルである、請求項 8 乃至 10 の何れか 1 項に記載の装置。

【請求項 12】

前記所定の位置における前記サンプルの値が利用可能でない場合、他の位置におけるサンプルの値が前記 2 組の値のいずれかのために用いられる、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 13】

40

請求項 8 乃至 12 の何れか 1 項にしたがって前記線形モデルを導出する手段を含む、画像を符号化する装置。

【請求項 14】

請求項 8 乃至 12 の何れか 1 項にしたがって前記線形モデルを導出する手段を含む、画像を復号する装置。

【請求項 15】

コンピュータに、請求項 1 乃至 7 の何れか 1 項に記載の方法を行わせる、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、所与のビデオ成分のブロックの符号化又は復号、特にそのような成分ブロックのイントラ予測又はそのようなブロックのサンプルの取得に関する。本発明は、別の成分のサンプル、典型的にはルマサンプルから、ビデオデータの成分のブロック、典型的にはクロマ成分のブロックを取得する際の用途を見出す。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

ビデオデータの予測符号化は、画素のブロックへのフレームの分割に基づく。画素の各ブロックについて、利用可能なデータ内で予測子ブロックが探索される。この予測子ブロックは、I N T E R 符号化モードにおいて現在のフレームとは異なる参照フレーム内のブロックであってもよく、I N T R A 符号化モードにおいて現在のフレーム内の隣接画素から生成されるブロックであってもよい。予測子ブロックを決定する異なる方法にしたがって、異なる符号化モードが定義される。符号化の結果は、予測子ブロック、及び符号化されるべきブロックと予測子ブロックとの間の差分からなる残差ブロックのシグナリングである。

10

【 0 0 0 3 】

I N T R A 符号化モードに関しては、通常、直流 (D C) モード、プレーナモード、アンギュラモードなど、様々なモードが提案されている。それらの各々は、空間的に隣接するブロックから以前に復号された境界サンプルを使用してブロックのサンプルを予測することを試みる。

20

【 0 0 0 4 】

この符号化は、ビデオデータの画素を形成する成分ごとに行われてもよい。R G B (赤 - 緑 - 青用) 表現は周知であるが、チャンネル間冗長性を低減するために、符号化に好ましくは Y U V 表現が使用される。これらの符号化モードによれば、画素のブロックは、いくつかの、典型的には3つの成分ブロックから構成されると見なされ得る。R G B 画素ブロックは、ブロックの画素の R 成分の値を含む R 成分ブロックと、これらの画素の G 成分の値を含む G 成分ブロックと、これらの画素の B 成分の値を含む B 成分ブロックとからなる。同様に、Y U V 画素ブロックは、Y 成分ブロック (ルマ)、U 成分ブロック (クロマ)、V 成分ブロック (同じくクロマ) から構成される。別の例は Y C b C r であり、C b 及び C r はクロマ成分としても知られる。しかしながら、成分間 (クロスコンポーネントとしても知られる) 相関は、依然として局所的に観察される。

30

【 0 0 0 5 】

圧縮効率を向上させるために、現在、C r o s s - C o m p o n e n t P r e d i c t i o n (C C P) の使用が検討されている。C C P の主な用途は、ルマからクロマの予測に関する。これは、ルマサンプルが既に符号化され、符号化されたデータから (デコーダがするように) 再構成されており、クロマがルマから予測されることを意味する。しかしながら、変形例は、クロマからクロマの予測のために、又はより一般的には (R G B を含む) 第 1 成分からの第 2 成分の予測のために C C P を使用する。

【 0 0 0 6 】

C r o s s - C o m p o n e n t P r e d i c t i o n は、クロマ画素のブロックに直接適用されてもよく、残差クロマブロック (クロマブロックとクロマブロック予測子との間の差分を意味する) に適用されてもよい。

40

【 0 0 0 7 】

線形モデル (L M) モードは、決定される 1 つ又は 2 つのパラメータ、すなわち傾き () 及びオフセット () に依存して、クロマイントラ予測モードとしてルマからクロマを予測するために線形モデルを使用する。したがって、クロマイントラ予測子は、これらのパラメータを有する線形モデルを使用して、現在のルマブロックの再構成ルマサンプルから導出される。

【 0 0 0 8 】

線形性、すなわちパラメータ 及び は、再構成因果サンプルから、特に予測する現在

50

のクロマブロックに隣接するクロマサンプルを含む再構成クロマサンプルセットから導出され、現在のルマブロックに隣接するルマサンプルを含む隣接ルマサンプルセットから導出される。

【0009】

具体的には、 $N \times N$ クロマブロックの場合、上の行の N 個の近隣と、左列の N 個の近隣とが、導出のための隣接クロマサンプルセットを形成するために使用される。

【0010】

隣接ルマサンプルセットは、対応するルマブロックの真上の N 個の隣接サンプルと、ルマブロックの左側の N 個の隣接サンプルからも作成される。

【0011】

クロマ成分をサブサンプリングすることにより、ビジュアルレンダリングの著しい劣化なしに、符号化するビデオデータのサイズを低減することが知られている。公知のサブサンプリングモードは、 $4 : 1 : 1$ 、 $4 : 2 : 2$ 、 $4 : 2 : 0$ とラベル付けされている。

【0012】

ビデオクロマデータがサブサンプリングされる状況では、 $N \times N$ クロマブロックに対応するルマブロックは、 $N \times N$ より大きい。その場合、隣接するルマサンプルセットは、そのクロマ解像度に一致するようにダウンサンプリングされる。現在の $N \times N$ クロマブロック内のクロマサンプルを予測するクロマイントラ予測子は、1つ以上のパラメータ及びが導出された線形モデルと、クロマ解像度に一致するように以前にダウンサンプリングされた現在のルマブロックの再構成ルマサンプルとを使用して生成されなければならない。再構成ルマサンプルをクロマ解像度にダウンサンプリングすることにより、ルマサンプルセットとクロマイントラ予測子との両方を形成するためにクロマサンプルと同数のサンプルを取り出すことが可能になる。

【0013】

したがって、クロマイントラ予測子は、エンコーダにおいて符号化される残差クロマブロックを取得するために、現在のクロマブロックから減算される。逆に、デコーダにおいては、クロマイントラ予測子は、復号ブロックの再構成としても知られるクロマブロックを取り出すために、受信された残差クロマブロックに加算される。これはまた、サンプル範囲から外れる加算の結果のクリッピングを伴い得る。

【0014】

場合によっては、この残差クロマブロックは無視でき、したがって符号化中に考慮されない。この場合、上述のクロマイントラ予測子が、クロマブロックそのものとして用いられる。結果として、上記のLMモードは、1つ以上のパラメータを有する線形モデルを使用して、同じフレーム内の別の成分のブロックの関連付けられた（すなわち、同一場所にある又は対応する）再構成サンプルから、所与の成分の現在のブロックについてサンプルを取得することを可能にする。このサンプルは、1つ以上のパラメータが導出された線形モデルと、他の成分のブロック内の関連付けられた再構成サンプルとを使用して取得される。必要に応じて、他の成分のブロックは、現在の成分のブロック解像度に一致するようにダウンサンプリングされたサンプルから作られる。典型的には現在の成分のブロックはクロマブロックであり、他の成分のブロックはルマブロックであるが、一方でこれが当てはまらない場合がある。明確にするため、及び簡単にするために、本明細書で与えられる例はルマブロックからのクロマブロックの予測に焦点を当てるが、説明されるメカニズムは、別の成分からの任意の成分予測に適用され得ることは明らかであるはずである。

【0015】

Joint Video Exploration Team (JVET) の Joint Exploration Model (JEM) は、既に知られている通常のイントラ予測モードに6つのクロスコンポーネント（ルマからクロマへの）線形モデルモードを追加する。これらのモードはすべて、クロマブロックを予測又は生成するために互いに競合し、その選択は通常、エンコーダ端におけるレート歪み基準に基づいて行われる。

【0016】

10

20

30

40

50

この6つのクロスコンポーネント（ルマからクロマへの）線形モデルモードは、再構成ルマサンプルをダウンサンプリングするために使用される異なるダウンサンプリング方式によって、及び/又はパラメータ及びが導出されるサンプルの異なるサンプルセットによって、互いに異なっている。

【0017】

例えば、サンプルセットは、現在のルマ又はクロマブロックに隣接するサンプルの2つのライン（すなわち、行及び列）から作成されてもよく、これらのラインは、平行であり、クロマ解像度で現在のルマ又はクロマブロックの上及び/又は左の境界の各々に直に接する。このような例示的なサンプルセットは、米国特許第9,736,487号に記載されている。

【0018】

他の例示的なサンプルセットもまた、米国特許第9,288,500号及び米国特許第9,462,273号に開示されている。

【0019】

JEMで使用されるダウンサンプリング方式は、6つの再構成ルマサンプルからダウンサンプリングされた再構成ルマサンプルを決定する6タップフィルタだけでなく、6つの再構成ルマサンプルのうちの右上及び右下のサンプル、又は右下及び右下のサンプル、又は上及び左上のサンプルのいずれかを選択する3つの2タップフィルタと、6つの再構成ルマサンプルの上、右上、下、及び右下のサンプルを選択する4タップフィルタとも含む。

【発明の概要】

【0020】

JEMは処理面で複雑である。例えば、これは、クロマ予測子ブロックサンプルの計算のための線形モデルパラメータの複雑な導出を必要とする。

【0021】

本発明は、前述の問題の1つ以上に対処するために考案された。本発明は、場合によってはクロマイントラ予測を通じて現在のクロマブロックについてクロマサンプルを得るための改善された方法に関する。

【0022】

本発明のある態様によれば、対象エリアにおけるクロマブロックのクロマサンプル値を取得するための線形モデルであって、前記クロマブロックと同じフレーム内のルマブロックのルマサンプル値から前記クロマサンプル値を取得するための線形モデルを導出する方法であって、前記対象エリアの近傍の所定の位置に対応するサンプルの値に基づいて、前記線形モデルを導出するための2組の値を決定する第1の決定工程と、前記線形モデルを導出するための前記2組の値を用いて、前記線形モデルのパラメータを決定する第2の決定工程とを有し、前記2組の各組は2つの変数によって定義され、前記2つの変数の内の第1の変数はルマサンプル値に対応し、前記2つの変数の内の第2の変数はクロマサンプル値に対応し、前記2組の値における各値は、前記対象エリアの近傍のサンプル値に基づく2つの値を平均することで決定される方法が提供される。

【0023】

本発明の別の態様によれば、対象エリアにおけるクロマブロックのクロマサンプル値を取得するための線形モデルであって、前記クロマブロックと同じフレーム内のルマブロックのルマサンプル値から前記クロマサンプル値を取得するための線形モデルを導出するための装置であって、前記対象エリアの近傍の所定の位置に対応するサンプルの値に基づいて、前記線形モデルを導出するための2組の値を決定する第1の決定手段と、前記線形モデルを導出するための前記2組の値を用いて、前記線形モデルのパラメータを決定する第2の決定手段とを有し、前記2組の各組は2つの変数によって定義され、前記2つの変数の内の第1の変数はルマサンプル値に対応し、前記2つの変数の内の第2の変数はクロマサンプル値に対応し、前記2組の値における各値は、前記対象エリアの近傍のサンプル値に基づく2つの値を平均することで決定される装置が提供される。

【0024】

10

20

30

40

50

本発明の別の態様によれば、同一フレーム内のルマブロックの関連付けられた再構成ルマサンプルからクロマブロックについてのクロマサンプルを取得する装置が提供される。

【0025】

本発明の別の態様によれば、コンピュータプログラム製品、コンピュータ可読媒体、又はコンピュータプログラムが提供される。

【0026】

本発明のさらなる態様は、従属請求項において提供される。

【0027】

さらなる態様によれば、関連付けられた再構成第2成分サンプル値から第1成分サンプル値を取得するための線形モデルを導出する方法であって、2つ以上のセットから1つを取り、各セットは第1成分サンプル値と第2成分サンプル値とを含む、取る事と、2つのうちの前記第1成分サンプル値が、導出された線形モデルを用いてそれぞれのセットの第2成分サンプル値から取得可能となるように、第1成分サンプル値と第2成分サンプル値との変化の比率に基づいて線形モデルを導出することと、を含む。

10

【0028】

第1成分サンプル値と、関連付けられた再構成第2成分サンプル値とは、事前に設定された関係で互いに関連付けられていることが理解される。

【0029】

適切には、事前に設定された関係は、それらが互いに、同一場所にある又は対応することである。この同一場所にある又は対応することは、各サンプル値それぞれについて、又は第1成分サンプル値のブロック/グループと第2成分サンプル値のブロック/グループとの間で定義されてもよい。

20

【0030】

適切には、事前に設定された関係は、それらが処理される画素の現在のブロックの少なくとも1画素と関連付けられることであり、例えば、それらが、同一場所にある又は対応する、処理されるべき少なくとも1画素のサンプル値であることである。この同一場所にある又は対応の関係は、各サンプル値それぞれについて、又はサンプル値のブロック/グループから画素のブロック/グループに対して定義されてもよい。

【0031】

また、ブロック間又は現在の画素のブロックの少なくとも1画素との事前に設定された関係が、ダウンサンプリング/アップサンプリングの後に確立することができるように、ダウンサンプリング又はアップサンプリング処理が第1成分サンプル値又は第2成分サンプル値のブロックに適用されてもよいことも理解される。

30

【0032】

適切には、第1成分サンプル値及び関連付けられた第2成分サンプル値は、処理されるべき同じ画像又はフレームの画素のブロックに関連付けられる。ここで、第1成分サンプル値と第2成分サンプル値とを含むセットは、第1成分サンプル値と第2成分サンプル値との成分サンプル値セットであることが理解される。したがって、このセットは、第1成分サンプル値及び第2成分サンプル値をその要素として有するnタプルである。適切には、このセットは2タプルである。代わりに、このセットは、2つ以上の数の要素(n個の要素)を有するnタプルである。

40

【0033】

適切には、第1の成分及び第2の成分の再構成サンプル値は、処理される現在のブロックに隣接する1つ以上のブロックに関連付けられる。適切には、この現在のブロックに隣接する1つ以上のブロックは、現在のブロックの上又は左にある。

【0034】

適切には、取られる2つのセットは、2つ以上のセット内の第2成分サンプル値のうち、最も小さい第2成分サンプル値及び最も大きい第2成分サンプル値を含むセットである。適切には、この取られる2つのセットは、2つ以上のセット内の第1成分サンプル値のうち、最も小さい第1成分サンプル値及び最も大きい第1成分サンプル値を含むセット

50

である。

【 0 0 3 5 】

適切には、この2つのセットを取ることは、2つ以上のセット内の第2成分サンプル値のうち、最も小さい第2成分サンプル値及び最も大きい第2成分サンプル値を含むセットの第1のグループを決定することと、2つ以上のセット内の第1成分サンプル値のうち、最も小さい第1成分サンプル値及び最も大きい第1成分サンプル値を含むセットの第2のグループを決定することと、第1のグループと第2のグループのセットからこの2つのセットを選択することと、を含む。

【 0 0 3 6 】

適切には、第1のグループ及び第2のグループのセットからこの2つのセットを選択することは、最も小さい第2成分サンプル値と最も大きい第2成分サンプル値との間の差が、最も小さい第1成分サンプル値と最も大きい第1成分サンプル値との間の差よりも大きい場合には第1のグループを選択し、そうでなければ、第2のグループを選択することを含む。

10

【 0 0 3 7 】

適切には、第1のグループ及び第2のグループのセットから2つのセットを選択することは、第1のグループと第2のグループのセットのサンプル値の位置を決定することと、その決定されたサンプル値の位置に基づいて2つのセットを選択することと、を含む。適切には、このサンプル値の位置は、処理される第1の成分サンプル値のブロックに関連付けられた再構成第2成分サンプル値のブロックに関して、再構成第2成分サンプル値について決定される。適切には、このサンプル値の位置は、処理される再構成第1成分サンプル値のブロックに関して、再構成第1成分サンプル値について決定される。適切には、このサンプル値の位置は、処理される画素のブロックに関して定義された、関連付けられた / 同一場所にある / 対応する位置に基づいて決定される。

20

【 0 0 3 8 】

適切には、決定されたサンプル値の位置に基づいて2つのセットを選択することは、処理されるブロックに隣接する所定の位置におけるサンプル値を含むセットを選択することを含む。適切には、決定されたサンプル値の位置に基づいて2つのセットを選択することは、第1のグループ及び第2のグループのセットのいずれかが所定の位置におけるサンプル値を含むかどうかを決定することと、所定の位置におけるサンプル値を含むセットを2つのセットのいずれかとして選択することと、を含む。適切には、決定されたサンプル値の位置に基づいて2つのセットを選択することは、所定の位置のサンプル値を含むセットが利用可能でない場合に、第1のグループ及び第2のグループのセットのいずれかが別の所定の位置のサンプル値を含むかどうかを決定することと、その別の所定の位置のサンプル値を含むセットを2つのセットのいずれかとして選択することと、を含む。適切には、その所定の位置又は別の所定の位置は、処理される現在のブロックに隣接する位置のうちの左下又は右上位置である。

30

【 0 0 3 9 】

適切には、セットの第1のグループ及び第2のグループからの2つのセットを選択することは、セットの第1のグループ及び第2のグループからの2つのセット間の距離を比較することを含み、ここで、その距離は、第1及び第2の成分サンプル値の空間において定義され、第1及び第2の成分サンプル値は、2つ以上のセットの各セットが前記空間における位置に対応するように、セットの要素によって定義される。

40

【 0 0 4 0 】

適切には、2つのセットを選択することは、第1のグループ内のセット間の距離が第2のグループ内のセット間の距離よりも大きいかどうかを決定することと、第1のグループのセット間の距離が第2のグループのセット間の距離よりも大きい場合には第1のグループを選択し、そうでない場合には第2のグループを選択することと、を比較する。適切には、この2つのセットを選択することは、セットの第1のグループ及び第2のグループセットからそれらの間に最も大きい距離を有する2つのセットを選択することを含む。

50

【 0 0 4 1 】

適切には、2つのセットを選択することは、第1のグループ内のセットの対応する要素が同じ値を有するか、又は異なる値を有するかを決定することと、その対応する要素が同じ値を有さない場合には第1のグループを選択し、対応する値が同じ値を有する又は異なる値を有さない場合には第2のグループを選択することと、を含む。適切には、そのセットの対応する要素は、第1成分サンプル値及び第2成分サンプル値の一方又は両方である。

【 0 0 4 2 】

適切には、2つのセットを選択することは、第2のグループ内のセットの対応する要素が同じ値を有するか、又は異なる値を有するかを決定することと、その対応する要素が同じ値を有さない場合には第2のグループを選択し、対応する値が同じ値を有する又は異なる値を有さない場合には第1のグループを選択することと、を含む

10

【 0 0 4 3 】

適切には、2つのセットを選択することは、第1のグループのセット間の第1成分サンプル値と第2成分サンプル値との変化の比率を取得することと、取得された比率が事前に設定された値より大きいか、等しいか、又は小さいかを決定することと、得られた比率が予め設定された値より大きいか、等しいか、又は小さい場合には第1のグループを選択し、そうでなければ第2のグループを選択することと、を含む。適切には、2つのセットを選択することは、第2のグループのセット間の第1成分サンプル値及び第2成分サンプル値の変化の比率を取得することと、取得された比率が事前に設定された値より大きいか、等しいか、又は小さいかを決定することと、取得された比率が事前に設定された値より大きいか、等しいか、又は小さい場合には第2のグループを選択し、そうでなければ第1のグループを選択することと、を含む。

20

【 0 0 4 4 】

適切には、取られる2つのセットは、処理される現在のブロックに関連付けられた第2成分サンプル値のブロックに隣接する1つ以上のブロックからの第2成分サンプル値を含むセットであり、2つのセットを取ることは、それらの第2成分サンプル値に基づいて2つのセットを選択することを含む。適切には、取られる2つのセットは、対応する第2成分サンプル値のブロックの再構成サンプル値のうち最も頻繁に発生する2つの第2成分サンプル値を含むセットである。

【 0 0 4 5 】

適切には、第2成分の再構成サンプル値は、少なくとも2つのグループに分割され、各グループについて、2つのセットが取られ、取られた2つのセットに基づいて線形モデルが導出される。適切には、あるグループについて取られた2つのセットが、事前に設定された値以下の、そのセット間の第1の成分サンプル値及び第2の成分サンプル値の変化の比を有する場合、そのグループの線形モデルは、別のグループについて取られた2つのセットに基づいて導出される。適切には、あるグループについてとられた2つのセットが、事前に設定された値以下の、セット間の第1の成分サンプル値及び第2の成分サンプル値の変化の比率を有する場合、そのグループの線形モデルは、第2成分の再構成サンプル値がすべて単一のグループ内にあった場合にとられたであろう2つのセットに基づいて導出される。

30

40

【 0 0 4 6 】

さらに別の態様によれば、1つ以上の画像をビットストリームへと符号化する又はビットストリームから復号する方法であって、本発明の第1の態様の方法に係る関連付けられた再構成第2成分サンプル値から第1成分サンプル値を取得するための線形モデルを導出する方法が提供される。

【 0 0 4 7 】

適切には、本方法は、処理される画像の現在のブロックについての第1成分サンプル値を取得するための複数の線形モデル導出モードのうちの1つを選択することをさらに含み、ここで、その複数の線形モデル導出モードは、単一の線形モデルを使用する第1のモードと、2つ以上の線形モデルを使用する第2のモードとを含み、導出された線形モデルは

50

、選択された線形モデル導出モードで使用可能である。適切には、第1のモードのみが導出された線形モデルを使用する。代わって、第2のモードのみが導出された線形モデルを使用する。

【0048】

さらに別の態様によれば、関連する再構成第2成分サンプル値から第1成分サンプル値を得るための線形モデルを導出するための装置であって、本発明の第1の態様の方法を行うように構成された装置が提供される。

【0049】

さらに別の態様によれば、1つ以上の画像をビットストリームへと符号化する又はビットストリームから復号する装置であって、本発明の第2の態様の方法を行うように構成される装置が提供される。

10

【0050】

さらに別の態様によれば、関連付けられた再構成第2成分サンプル値から第1成分サンプル値を取得する方法であって、第1成分サンプル値を取得するための複数の線形モデルモードの中から1つの線形モデルモードを選択することと、その選択された線形モデルモードを使用して第1成分サンプル値を取得することと、を含み、ここで、複数の線形モデルモードのうち少なくとも1つは、本発明の第1の態様に係る導出方法を使用して導出された線形モデルを使用する、方法が提供される。適切には、複数の線形モデルモードは、単一の線形モデルを使用する第1のモードと、2つ以上の線形モデルを使用する第2のモードとを含む。適切には、第1のモードのみが本発明の第1の態様に係る導出方法を使用する。代わって、第2のモードのみが、本発明の第1の態様による導出方法を用いる。

20

【0051】

さらに別の態様によれば、関連付けられた再構成第2成分サンプル値から第1成分サンプル値を得るための装置であって、本発明の第5の態様の方法を行うように構成された装置が提供される。

【0052】

さらに別の態様によれば、本発明の第5の態様に係る関連付けられた再構成第2成分サンプル値から第1の成分サンプル値を取得することを含む、1つ以上の画像をビットストリームへと符号化する方法が提供される。適切には、本方法は、ビットストリームにおいて、第1成分サンプルを取得するために使用可能な線形モデルモードの選択を示す情報を提供することをさらに含む。

30

【0053】

さらに別の態様によれば、1つ以上の画像をビットストリームから復号する方法であって、本発明の第5の態様に係る関連付けられた再構成第2成分サンプル値から第1成分サンプル値を取得することを含む方法が提供される。適切には、本方法は、ビットストリームから、第2成分サンプルを取得するために使用可能な線形モデルモードについての選択を示す情報を取得することと、取得された情報に基づいて行われる複数の線形モデルモードの中から1つの線形モデルモードを選択することと、を含む。

【0054】

さらに別の態様によれば、本明細書で説明される方法を行うように構成される、1つ以上の画像をビットストリームへと符号化するための装置が提供される。

40

【0055】

さらに別の態様によれば、実行時に、本明細書で説明される方法を実行させるコンピュータプログラム、及び本明細書で説明される方法を実施するための命令を格納する（非一時的）コンピュータ可読媒体が提供される。

【0056】

本発明によれば、添付の特許請求の範囲に記載の装置、方法、コンピュータプログラム（製品）、及びコンピュータ可読記憶媒体が提供される。本発明の実施形態の他の特徴は、添付の特許請求の範囲及び以下の説明で定義される。これらの特徴のいくつかは、ここでは方法を参照して説明されるが、それらは、装置専用のシステム特徴に転置され得る。

50

【 0 0 5 7 】

本発明に係る方法の少なくとも一部は、コンピュータで実装されてもよい。したがって、本発明は、完全にハードウェアの実施形態、完全にソフトウェアの実施形態（ファームウェア、常駐ソフトウェア、マイクロコード等を含む。）、又はソフトウェア及びハードウェアの態様を組み合わせる実施形態の形態を取ってもよく、これらは全て、本明細書において「プロセッサ及びメモリ」、「回路」、「モジュール」、又は「システム」と一般に呼ばれてもよい。さらに、本発明は、媒体で実現されるコンピュータ使用可能プログラムコードを有する任意の有形表現媒体で実現されるコンピュータプログラム製品の形態を取ってもよい。

【 0 0 5 8 】

本発明はソフトウェアで実装できるため、本発明は、任意の適切なキャリア媒体上でプログラム可能機器に提供するためのコンピュータ可読コードとして具体化することができる。有形キャリア媒体は、ハードディスクドライブ、磁気テープ装置又は固体メモリ装置などの記憶媒体を含んでいてもよい。過渡キャリア媒体は、電気信号、電子信号、光信号、音響信号、磁気信号、又は電磁信号、例えば、マイクロ波又はRF信号などの信号を含んでいてもよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 9 】

ここで本発明の実施形態は、単なる例として、以下の図面を参照して記載される。

【 0 0 6 0 】

【 図 1 】 ビデオエンコーダ論理アーキテクチャを示す図である。

【 0 0 6 1 】

【 図 2 】 図 1 に示すビデオエンコーダ論理アーキテクチャに対応するビデオデコーダ論理アーキテクチャを示す図である。

【 0 0 6 2 】

【 図 3 】 4 : 2 : 0 サンプリングのための Y U V サンプリング方式の例を概略的に示す。

【 0 0 6 3 】

【 図 4 】 エンコーダ又はデコーダのいずれかによって行われる、LMモードを使用してブロック予測子を生成するための一般的なステップをフローチャートを使用して示す。

【 0 0 6 4 】

【 図 5 】 従来技術で知られているように、ルマサンプルのダウンサンプリング、ならびに隣接クロマサンプル及びブルマサンプルを伴う、クロマブロック及び関連する又は同一場所にあるルマブロックを概略的に示す。

【 0 0 6 5 】

【 図 6 】 従来技術で知られている LM パラメータ導出のための例示的なサンプルセットを概略的に示す。

【 0 0 6 6 】

【 図 7 】 従来技術において知られているいくつかのダウンサンプリングフィルタを示す図である。

【 0 0 6 7 】

【 図 8 】 シグナリング LM モードへのシグナリングフラグの例示的な符号化を示す図である。

【 0 0 6 8 】

【 図 9 】 本発明の一実施形態において取得された線形モデルパラメータを表す、ルマ及びクロマ近隣サンプルの点並びに直線を示す図である。

【 0 0 6 9 】

【 図 1 0 】 本発明の一実施形態における簡略化 LM 導出処理の主要なステップを示す図である。

【 0 0 7 0 】

【 図 1 1 】 本発明のいくつかの実施形態において最良の 2 点を決定するために使用される

10

20

30

40

50

ルマ及びクロマ隣接サンプル並びにセグメントのいくつかの点を示す図である。

【 0 0 7 1 】

【 図 1 2 】 本発明の一実施形態における M M L M 導出処理の主要なステップを示す図である。

【 0 0 7 2 】

【 図 1 3 】 本発明の 1 つ以上の実施形態の実装のための計算装置の概略ブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 7 3 】

図 1 は、ビデオエンコーダアーキテクチャを示す。ビデオエンコーダにおいて、元のシーケンス 1 0 1 は、H E V C のためのコーディングブロック又はコーディングユニットと呼ばれる画素のブロック 1 0 2 に分割される。次いで、コーディングモードは、各ブロックに影響を及ぼす。典型的に使用されるビデオコーディングには、空間予測又は「I N T R A モード」1 0 3 に基づく符号化モードと、動き推定 1 0 4 及び動き補償 1 0 5 に基づく時間予測又は「I N T E R モード」に基づく符号化モードと、のコーディングモードの 2 つのファミリーがある。

10

【 0 0 7 4 】

I N T R A コーディングブロックは、一般に、I N T R A 予測と呼ばれる処理によってその因果境界にある符号化された画素から予測される。したがって、I N T R A コーディングブロックの各画素についての予測子は、予測子ブロックを形成する。I N T R A コーディングブロックを予測するためにどの画素が使用されるかに応じて、様々な I N T R A モードが、例えば D C モード、プレーナモード及びアンギュラモードが提案される。

20

【 0 0 7 5 】

図 1 はビデオエンコーダアーキテクチャの一般的な説明に向けられているが、画素は、ここでは画像の要素に対応し、典型的にはいくつかの成分、例えば赤色成分、緑色成分、及び青色成分からなることに留意されたい。画像サンプルは画像の要素であり、成分 1 つのみを含む。

【 0 0 7 6 】

時間予測は、まず、参照フレーム 1 1 6 と呼ばれる以前又は将来のフレームにおいて、動き推定ステップ 1 0 4 においてコーディングブロックに最も近い参照領域を見つけることにある。この参照領域が予測子ブロックを構成する。次に、このコーディングブロックは、動き補償ステップ 1 0 5 において、その残差又は残差ブロックを計算するために予測子ブロックを使用して予測される。

30

【 0 0 7 7 】

空間予測及び時間予測の両方の場合において、残差又は残差ブロックは、コーディングブロックから取得された予測子ブロックを減算することによって計算される。

【 0 0 7 8 】

I N T R A 予測では、予測モードが符号化される。

【 0 0 7 9 】

時間予測では、使用する参照フレームを示すインデックスと参照フレーム内の参照領域を示す動きベクトルとが符号化される。しかしながら、動きベクトル符号化に関するビットレートコストをさらに低減するために、動きベクトルは直接符号化されない。実際、動きが均一であると仮定すると、動きベクトルを、この動きベクトルとその周囲の動きベクトル（又は動きベクトル予測子）との差として符号化することが特に有利である。例えば、コーディング規格 H . 2 6 4 / A V C では、動きベクトルは、現在のブロックの上及び左に位置する 3 つのブロックに関連付けられた動きベクトルから計算される中央値ベクトルに関して符号化される。この中央値ベクトルと現在のブロック動きベクトルとの間で計算される残差動きベクトルとも呼ばれる差分のみがビットストリームにおいて符号化される。これは、モジュール「M v 予測及びコーディング」1 1 7 において処理される。各符号化ベクトルの値は、動きベクトルフィールド 1 1 8 に格納される。予測に使用される隣接動きベクトルは、動きベクトルフィールド 1 1 8 から抽出される。

40

50

【 0 0 8 0 】

HEVC規格は、3つの異なるINTERモード、インターモード、マージモード、及びマージスキップモードを使用し、それらは主に、ビットストリーム110における動き情報（すなわち、そのいわゆる参照フレームインデックスを通じた動きベクトル及び関連付けられた参照フレーム）のシグナリングによって互いに異なる。簡単にするために、動きベクトルと動き情報とは、以下においてまとめられる。動きベクトル予測子に関して、HEVCは、インターモード又はマージモードのそれぞれに対して最良の動きベクトル予測子又は最良の動き情報を見つけるために、レート歪み競合の間に評価される動きベクトル予測子のいくつかの候補を提供する。動き情報の最良の予測子又は最良の候補に対応するインデックスは、ビットストリーム110に挿入される。このシグナリングのおかげで、デコーダは、予測子又は候補の同じセットを導出することができ、復号されたインデックスにしたがう最良のものを使用する。

10

【 0 0 8 1 】

動きベクトル予測子及び候補の導出の設計は、複雑さに大きな影響を与えることなく最良のコーディング効率を達成することに寄与する。HEVCでは、2つの動きベクトル導出が提案され、1つは(Advanced Motion Vector Prediction (AMVP)として知られる)インターモードであり、1つは(マージ導出処理として知られる)マージモードである。

【 0 0 8 2 】

次に、モジュール106において、現在考慮されているコーディングブロックに対するレート歪み基準を最適化するコーディングモードが選択される。取得された残差データ内の冗長性をさらに低減するために、変換が、典型的にはDCTがモジュール107において残差ブロックに適用され、量子化がモジュール108において取得された係数に適用される。次いで、量子化された係数ブロックは、モジュール109においてエントロピー符号化され、その結果がビットストリーム110に挿入される。

20

【 0 0 8 3 】

次いで、エンコーダは、モジュール111~116において、将来の動き推定のためにフレームのコーディングブロックの各々の復号を行う。これらのステップは、エンコーダ及びデコーダが同じ参照フレーム116を有することを可能にする。コーディングされたフレームを再構成するために、量子化及び変換された残差ブロックの各々は、画素ドメインにおける対応する「再構成」残差ブロックを提供するために、モジュール111において逆量子化され、モジュール112において逆変換される。量子化の損失のために、この「再構成」残差ブロックは、ステップ106で取得された元の残差ブロックと異なる。

30

【 0 0 8 4 】

次に、106で選択されたコーディングモード(INTER又はINTRA)にしたがって、この「再構成」残差ブロックは、「事前再構成」ブロック(コーディングブロック)を取得するために、INTER予測子ブロック114又はINTRA予測子ブロック113に加算される。

【 0 0 8 5 】

次に、「事前再構成」ブロックは、モジュール115において、「再構成」ブロック(コーディングブロック)を取得するために1つ又はいくつかの種類のポストフィルタリングによってフィルタリングされる。同じポストフィルタが(復号ループ内の)エンコーダ及びデコーダで統合され、エンコーダ及びデコーダ間で全く同じ参照フレームを得るために同じ方法で使用される。このポストフィルタリングの目的は、圧縮アーティファクトを除去することである。

40

【 0 0 8 6 】

図2は、図1に示されるビデオエンコーダアーキテクチャに対応するビデオデコーダアーキテクチャを示す。

【 0 0 8 7 】

ビデオストリーム201は、まずモジュール202においてエントロピー復号される。

50

次いで、取得された各残差ブロック（コーディングブロック）は、「再構成」残差ブロックを取得するために、モジュール203において逆量子化され、モジュール204において逆変換される。これは、エンコーダ端における復号ループの開始と同様である。

【0088】

次に、ビットストリーム201に示される復号モード（INTRA型復号又はINTER型復号のいずれか）にしたがって、予測子ブロックが構築される。

【0089】

INTRAモードの場合、INTRA予測子ブロックは、ビットストリーム201において指定されたINTRA予測モードに基づいて決定される（205）。

【0090】

INTERモードの場合、動き情報はエントロピー復号202の間にビットストリームから抽出される。この動き情報は、例えばHEVC及びJVTにおいて、参照フレームインデックス及び動きベクトル残差から構成される。

【0091】

動きベクトル予測子は、動きベクトルフィールドデータ211に格納された既に計算された動きベクトルを使用して（隣接ブロックから）エンコーダによって行われるのと同じ方法で取得される。したがって、それは、動きベクトルを取得するために、抽出された動きベクトル残差ブロックに加算される（210）。この動きベクトルは、次の復号動きベクトルの予測に使用されるために動きベクトルフィールドデータ211に加算される。

【0092】

動きベクトルはまた、INTER予測子ブロックである参照フレーム206内の参照領域の位置を特定するために使用される。

【0093】

次に、エンコーダの復号ループと同様に、204で取得された「再構成」残差ブロックは、「事前再構成」ブロック（コーディングブロック）を取得するために、INTER予測子ブロック206又はINTRA予測子ブロック205に加算される。

【0094】

次に、この「事前再構成」ブロックは、エンコーダ端において行われるようにモジュール207においてポストフィルタリングされる（使用するポストフィルタリングのシグナリングは、ビットストリーム201から取り出されてもよい）。

【0095】

このようにして、復号器の出力として非圧縮ビデオ209を形成する「再構成」ブロック（コーディングブロック）が得られる。

【0096】

上述した符号化／復号処理は、モノクロフレームに適用されてもよい。しかしながら、大部分の一般的なフレームは、一般にカラーサンプルの3つのアレイで作成されたカラーフレームであり、各アレイは、「色成分」、例えばR（赤）、G（緑）、及びB（青）に対応する。画像の画素は、各成分に対して1つずつ、3つの同一場所にある／対応するサンプルを含む。

【0097】

通常、R、G、B成分は高い相関を有している。したがって、画像及びビデオ圧縮においては、他の色空間に色成分を変換することによって、フレームを処理する前に色成分を非相関化することが極めて一般的である。最も一般的なフォーマットはYUV（YCbCr）であり、Yはルマ（又はルミナンス）成分であり、U（Cb）及びV（Cr）はクロマ（又はクロミナンス）成分である。

【0098】

処理するデータの量を低減するために、色フレームのいくつかの色成分がサブサンプリングされ、その結果、3つの色成分に対して異なるサンプリング比率を有してもよい。サブサンプリング方式は、概念的な2画素高範囲におけるルマサンプル及びクロマサンプルの数を記載する3部分比率「J」：a：bとして一般に表される。「J」は、概念範囲の水平

10

20

30

40

50

サンプリング基準（すなわち、画素の幅）、通常は4を定義する。「a」は、J画素の第1の行におけるクロマサンプルの数（Cr、Cb）を定義し、一方で「b」は、J画素の第2の行における（追加の）クロマサンプルの数（Cr、Cb）を定義する。

【0099】

サブサンプリング方式では、クロマサンプルの数は、ルマサンプルの数と比較して低減される。

【0100】

4:4:4 YUV又はRGBフォーマットは、サブサンプリングを提供せず、ルマ及びクロマフレームが同じサイズW×Hを有する非サブサンプリングフレームに対応する。

【0101】

4:0:0 YUV又はRGBフォーマットは、色成分1つのみを有し、したがってモノクロフレームに対応する。

【0102】

例示的なサンプリングフォーマットは以下のとおりである。

【0103】

4:2:0 YUVフォーマットは、第1の行ではルマサンプルの半分の数のクロマサンプルを有し、第2の行ではクロマサンプルを有さない。したがって、2つのクロマフレームはW/2画素幅及びH/2画素高さであり、そこでルマフレームはW×Hである。

【0104】

4:2:2 YUVフォーマットは、第1の行ではルマサンプルの半分の数のクロマサンプルと、第2の行ではルマサンプルの半分の数のクロマサンプルとを有する。したがって、2つのクロマフレームはW/2画素幅及びH画素高さであり、ルマフレームはW×Hである。

【0105】

4:1:1 YUVフォーマットは、ルマサンプルよりも第1の行では75%少ないクロマサンプルを有し、第2の行では75%少ないクロマサンプルを有する。したがって、2つのクロマフレームはW/4画素幅及びH画素高さであり、ルマフレームはW×Hである。

【0106】

サブサンプリングされるとき、そのフレーム内のクロマサンプルの位置は、ルマサンプル位置と比較してシフトされる。

【0107】

図3は、4:2:0 YUVフレームに対するルマサンプル（円）に対するクロマサンプル（三角形）の例示的な位置決めを示す。

【0108】

図1の符号化処理は、入力フレームの各色成分フレームに適用されてもよい。

【0109】

色成分間の相関（RGB間、又はRGB-YUV変換にも関わらず残存するYUV間の相関）に起因して、コーディング効率を改善するために、これらの（残存する）相関を利用するためにCross-Component Prediction（CCP）法が開発されてきた。

【0110】

CCP法は、符号化又は復号処理の異なる段階で、特に、（現在の色成分を予測するための）第1の予測段階で、又は（成分の現在の残差ブロックを予測するための）第2の予測段階で適用され得る。

【0111】

1つの公知のCCP法は、CCLM（Cross-Component Linear Model prediction）とも呼ばれるLMモードである。これは、ルマYから、より具体的には（エンコード端又はデコード端の）再構成ルマから、クロマ成分Cb及びCr（又はU及びV）の両方を予測するために使用される。各コンポーネントに対して1つの予測子が生成される。この方法は、（クロマ及びルマ）ブロックレベル、例えば

10

20

30

40

50

、CTU（コーディングツリーユニット）、CU（コーディングユニット）レベル、PU（予測ユニット）レベル、サブPU、又はTU（変換ユニット）レベルで動作する。

【0112】

図4は、一例として、フローチャートを使用して、（以下で参考として使用される）エンコーダ又はデコーダのいずれかによって行われる、LMモードを使用してブロック予測子を生成するための一般的なステップを示す。

【0113】

以下の説明では、例示的な第1成分はクロマであり、一方で例示的な第2成分はルマである。

【0114】

符号化又は復号するための現在のクロマブロック502（図5A）と、同じフレーム内の（すなわち、例えば同じCUの）その関連付けられた又は対応する（すなわち、「同一場所にある」）ルマブロック505とを考慮すると、エンコーダ（又はデコーダ）は、ステップ401において、現在のルマブロックに隣接するルマサンプル503を含む隣接ルマサンプルセットRecLを受信する。そして、エンコーダ（又はデコーダ）は、402で示される、現在のクロマブロックに隣接するクロマサンプル501を含む隣接クロマサンプルセットRecCを受信する。いくつかのクロマサンプリングフォーマット及びクロマフェーズについて、ルマサンプル504及び503は、図5Aに示されるように、ルマブロック505に直接接しないことに留意されたい。例えば図5Aでは、左の行RecL（503）を取得するために、その直接の左の行ではなく、左の第2の行のみが必要である。同様に、上のライン504について、上の第2のラインもまた、図5Aに示されるように、ルマサンプルのダウンサンプリングのために考慮される。

【0115】

クロマサンプリングフォーマットが使用される場合（例えば、4:2:0、4:2:2など）、ステップ403において、隣接ルマサンプルセットは、クロマ解像度（すなわち、対応するクロマフレーム/ブロックのサンプル解像度）に一致するようにRecL 404にダウンサンプリングされる。したがって、RecL は、ダウンサンプリングされる現在のルマブロックに隣接する再構成ルマサンプル504を含む。このダウンサンプリングのおかげで、RecL 及びRecCは、同じ数2Nのサンプルを含む（クロマブロック502はN×Nである）。しかしながら、RecL を取得するために必要とされるサンプルが少ない従来技術では、ルマ境界の特定のダウンサンプリングが存在する。加えて、RecLとRecCが同じ解像度を有していても、RecL はローパス畳み込みフィルタを用いることによるRecLのノイズ除去版とみなせる。

【0116】

図5Aの例では、隣接ルマ及びクロマサンプルセットは、ダウンサンプリングされた上及び左隣接ルマサンプル並びに上及び左隣接クロマサンプルからそれぞれ作成される。より精密には、2つのサンプルセットの各々は、それらそれぞれのルマ又はクロマブロックの、左の境界に直接接する第1のラインと、上の境界に直接接する第1のラインとから作成される。ダウンサンプリング（図5Aでは4:2:0）により、隣接ルマサンプルRecLの単一のラインは、ダウンサンプリングされていない再構成ルマサンプルRecLの2つのライン（左又は上）から取得される。

【0117】

米国特許第9,565,428号は、ルマブロックそのものについてではなく、（ステップ408を参照して以下に説明されるように）その上のライン（すなわち、ルマブロックの上の境界に隣接する）についてのみ単一のサンプルを選択するサブサンプリングを使用することを示唆する。提案されるサブサンプリングを図6Aに示す。このアプローチの動機は、上のラインのラインバッファを低減することである。

【0118】

1つ又は2つのパラメータ（傾き 及びオフセット ）によって定義される線形モデルは、RecL（存在する場合、そうでなければRecL）及びRecCから導出される

10

20

30

40

50

。これは、パラメータ 4 0 6 を取得するステップ 4 0 5 である。

【 0 1 1 9 】

L M パラメータ α 及び β は、以下の式を使用して最小平均二乗法を使用して取得される。

【 数 1 】

$$\alpha = \frac{M \cdot \sum_{i=1}^M \text{Rec}C_i \cdot \text{Rec}L'_i - \sum_{i=1}^M \text{Rec}C_i \cdot \sum_{i=1}^M \text{Rec}L'_i}{M \cdot \sum_{i=1}^M \text{Rec}L'_i{}^2 - (\sum_{i=1}^M \text{Rec}L'_i)^2} = \frac{A_1}{A_2}$$

10

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^M \text{Rec}C_i - \alpha \cdot \sum_{i=1}^M \text{Rec}L'_i}{M}$$

【 0 1 2 0 】

ここで、M は、考慮されるブロックのサイズに依存する値である。図 5 A 及び図 5 B に示されるような正方形のブロックの一般的な場合では、 $M = 2N$ である。しかしながら、L M ベースの C C P は、M が例えばブロック高さ H とブロック幅 W の和である（長方形のブロック形状の場合）、任意のブロック形状に適用されてもよい。

20

【 0 1 2 1 】

この式において重みとして使用される M の値は、エンコーダ及びデコーダにおける計算オーバーフローを避けるために調整されてもよいことに留意されたい。精密には、32 ビット又は 64 ビットの署名付きアーキテクチャを有する算術を使用するとき、演算のいくつかは、時々オーバーフローし、したがって、（任意のクロスプラットフォーム規格では厳しく禁止される）未指定の挙動を引き起こすことがある。この状況と向き合うために、所与の入力 $\text{Rec}L$ 及び $\text{Rec}C$ 値に与えられた可能な最大の大きさが評価されてもよく、M（及び次に上記の和）は、オーバーフローが起こらないことを保証するために、それに応じてスケールリングされてもよい。

30

【 0 1 2 2 】

パラメータの導出は、通常、図 5 A に示されるサンプルセット $\text{Rec}L$ 及び $\text{Rec}C$ から行われる。

【 0 1 2 3 】

サンプルセットのバリエーションが提案されている。

【 0 1 2 4 】

例えば、米国特許第 9, 288, 500 号は、上の境界に接する外側ラインと左の境界に接する外側ラインとから作成される第 1 のサンプルセットと、上の境界に接する外側ラインのみから作成される第 2 のサンプルセットと、左の境界に接する外側ラインのみから成る第 3 のサンプルセットとを含む、3 つの競合サンプルセットを提案する。これらの 3 つのサンプルセットは、クロマブロックについてのみ図 6 B に示されている（したがって、ルマブロックに転置することができる）。

40

【 0 1 2 5 】

米国特許第 9, 462, 273 号は、第 2 及び第 3 のサンプルセットを、外側ラインを拡張する追加のサンプルに拡張する（通常、それらの長さを 2 倍にする）。拡張されたサンプルセットは、クロマブロックについてのみ図 6 C に示されている。本文書はまた、ビットストリームで使用される L M モードをシグナリングするためのシグナリングコストを減少させるために利用可能な L M モードの数の低減を提供する。この低減は、例えば、関連付けられたルマブロックについて選択されたイントラモードに基づいて、前後関係に応

50

じ得る。

【 0 1 2 6 】

米国特許第 9 , 7 3 6 , 4 8 7 号は、米国特許第 9 , 2 8 8 , 5 0 0 号のものと同様の 3 つの競合サンプルセットを提案するが、その都度、考慮される境界に対して平行で直接接する外側隣接サンプルの 2 つのラインから作成される。これらのサンプルセットは、クロマブロックについてのみ図 6 D に示されている。

【 0 1 2 7 】

また、米国特許第 9 , 1 5 3 , 0 4 0 号及び同じパテントファミリーの文書は、境界ごとに単一のラインで作成され、ラインごとに前のセットよりも少ないサンプルを有する、追加のサンプルセットを提案する。

10

【 0 1 2 8 】

図 4 の処理に戻ると、1 つ以上の導出パラメータ 4 0 6 を有する線形モデルを使用して、クロマブロック 5 0 2 についてのクロマイントラ予測子 4 1 3 が、5 0 5 で表される現在のルマブロックの再構成ルマサンプル 4 0 7 から取得されてもよい。ここでも、クロマサンプリングフォーマット（例えば、4 : 2 : 0、4 : 2 : 2 など）が使用される場合、再構成ルマサンプルは、クロマ解像度（すなわち、対応するクロマフレーム / ブロックのサンプル解像度）に一致するように、ステップ 4 0 8 において、L 4 0 9 にダウンサンプリングされる。

【 0 1 2 9 】

ステップ 4 0 3 と同じダウンサンプリングが使用されてもよく、又はラインバッファの理由のために別のダウンサンプリングが使用されてもよい。例えば、ダウンサンプリングされた値を、ダウンサンプリング位置を囲む左上、上、右上、左下、下、及び右下のサンプルの加重和として提供するために、6 タップフィルタが使用されてもよい。周囲のサンプルが欠けている場合、6 タップフィルタの代わりに単なる 2 タップフィルタが用いられる。

20

【 0 1 3 0 】

再構成ルマサンプル L に適用され、例示的な 6 タップフィルタの出力 L は、以下のよう
に取得される。

【 数 2 】

$$L'[i, j] = (2 \times L[2i, 2j] + 2 \times L[2i, 2j + 1] + L[2i - 1, 2j] + L[2i + 1, 2j] \\ + L[2i - 1, 2j + 1] + L[2i + 1, 2j + 1] + 4) \gg 3$$

30

【 0 1 3 1 】

ここで、(i , j) はダウンサンプリングされたブロック内のサンプルの座標であり、>> はビット右シフト演算である。

【 0 1 3 2 】

また、US 2 0 1 7 / 0 2 4 4 9 7 5 号に記載されるように、適応的ルマダウンサンプリングが使用されてもよい。ルマブロックの内容のみが、ルマブロックの再構成ルマサンプルごとにどのダウンサンプリングフィルタが使用されるかを決定するために使用される。1 タップフィルタが利用可能である。この手法の動機は、ダウンサンプリングされたルマブロックにおけるエッジの伝播を回避することである。

40

【 0 1 3 3 】

ダウンサンプリングステップ 4 0 8 のおかげで、L ブロック及び C ブロック（クロマブロック 5 0 2 におけるクロマサンプルのセット）は、同じ数 N 2 のサンプルを含む（クロマブロック 5 0 2 は N x N である）。

【 0 1 3 4 】

次に、クロマイントラ予測子 P r e d C 4 1 3 の各サンプルは、以下の式にしたがって

50

ループ 4 1 0 - 4 1 1 - 4 1 2 を使用して計算される。

$PredC[i, j] = L[i, j] +$
【0 1 3 5】

ここで、 (i, j) は、クロマ及びルマブロック内のすべてのサンプルの座標である。

【0 1 3 6】

除算及び乗算を避けるために、この計算は、ルックアップ表及びシフト演算に基づくより複雑でない方法を使用して実装されてもよい。例えば、実際のクロマイントラ予測子導出 4 1 1 は、以下のように行われてもよい。

$PredC[i, j] = (A \cdot L[i, j]) \gg S +$
【0 1 3 7】

ここで、 S は整数であり、 A は以前に述べたルックアップ表を使用して A_1 及び A_2 から導出される（ L 及び P を計算するとき上記で導入される）。これは、実際には L の再スケール値に対応する。この演算 $(x \gg S)$ は、ビット右シフト演算に対応し、 x の整数を 2^S で割ったもの（切り捨て）に相当する。

【0 1 3 8】

ダウンサンプリングされたルマブロックのすべてのサンプルが解析された場合に（4 1 2）、クロマイントラ予測子 4 1 3 は、エンコーダ端でのクロマブロック 5 0 2 からの減算に（クロマ残差ブロックを取得するために）、又はデコーダ端でのクロマ残差ブロックへの加算（再構成クロマブロックを取得するために）に利用可能である。

【0 1 3 9】

このクロマ残差ブロックは、有意ではなく、したがって廃棄することができ、その場合、取得されたクロマイントラ予測子 4 1 3 は、（クロマブロック 5 0 2 を形成する）予測されたクロマサンプルに直接対応することに留意されたい。

【0 1 4 0】

HEVC 規格を規定した標準化グループ ITU-T VCEG (Q6/16) 及び ISO/IEC MPEG (JTC 1/SC 29/WG 11) は両方とも、Joint Video Exploration Team (JVET) として知られるジョイント協働取り組みにおいて HEVC の後継のための将来のビデオコーディング技術を研究している。Joint Exploration Model (JEM) は、HEVC ツールと、この JVET グループによって選択された新たな追加ツールとを含む。特に、この参照ソフトウェアは、文書 JVET-G1001 に記載されているように、いくつかの CCP ツールを含む。

【0 1 4 1】

JEM では、合計 11 個のイントラモードがクロマコーディングに許容される。これらのモードは、5 つの従来のイントラモードと、 Y （ビットストリーム 1 1 0、2 0 1 においてシグナリングされる）から C_b を予測する 6 つのクロスコンポーネント LM モードと、 C_b から C_r を予測する 1 つのクロスコンポーネント LM モードとを含む。

【0 1 4 2】

6 つの $Y - C_b$ 、 CC 、LM モードのうちの 1 つは、上述の $CCLM$ であり、そこで隣接ルマサンプルセット $RecL$ 及びクロマサンプルセット $RecC$ は、図 5 A に示されるように、それらそれぞれのルマブロック又はクロマブロックの左の境界に直接接する第 1 のライン及び上の境界に直接接する第 1 のラインからそれぞれ作成される。

【0 1 4 3】

5 つの他の $Y - C_b$ 、 CC 、LM モードは、多重モデル (MM) として知られる特定の導出に基づく。これらのモードは $MMLM$ とラベル付けされる。

【0 1 4 4】

$CCLM$ と比較して、 $MMLM$ モードは、2 つの線形モデルを使用する。 $RecL$ セットからの隣接する再構成ルマサンプル及び $RecC$ セットからの隣接クロマサンプルは、2 つのグループに分類され、各グループは、1 つの線形モデルのパラメータ (α_1, β_1) 及び (α_2, β_2) を導出するために使用され、したがって、線形モデルパラメータ (α_1, β_1) 及び (α_2, β_2)

10

20

30

40

50

, 2) の2つのセットをもたらす。

【0145】

例えば、閾値は、RecL を形成する隣接する再構成ルマサンプルの平均値として算出されてもよい。次に、閾値以下のRecL [i, j] を有する隣接ルマサンプルがグループ1に分類され、一方で閾値より大きいRecL [i, j] を有する隣接ルマサンプルはグループ2に分類される。

【0146】

次に、クロマイントラ予測子（又は現在のクロマブロック602の予測クロマサンプル）は、以下の式に従って求められる。

$$\text{PredC}[i, j] = 1 \cdot L[i, j] + 1, \text{ if } L[i, j] \leq \text{threshold} \quad 10$$

$$\text{PredC}[i, j] = 2 \cdot L[i, j] + 2, \text{ if } L[i, j] > \text{threshold}$$

【0147】

さらに、CCLMと比較して、MMLMモードは、隣接ルマサンプルセットRecL及びクロマサンプルセットRecCを使用し、それぞれが、考慮されるブロックの左の境界及び上の境界に対して平行で直接接する外側隣接サンプルの2つのラインから作成される。例は、隣接するルマサンプルの2つのラインが非ダウンサンプリング再構成ルマサンプルの4つのラインから（ダウンサンプリングを使用して）取得される4:2:0サンプリングフォーマットを示す図5Bに示される。

20

【0148】

5つのMMLMモードは、(RecL 及び/又はL を取得するために)クロマ解像度に一致するように再構成ルマサンプルをダウンサンプリングするための5つの異なるダウンサンプリングフィルタによって互いに異なる。

【0149】

第1のMMLMモードは、CCLMで使用されるものと同じ6タップフィルタに依存する(図7の参照番号701の6つの黒い点を参照)。第2のMMLMモード~第4のMMLMモードは、ダウンサンプリングされた値を次式の加重和としてそれぞれ提供する2タップフィルタに依存する。

【0150】

ダウンサンプリング位置(図7のフィルタ1、702参照)を囲む(6タップフィルタによって使用される)6つのサンプルの右上及び右下のサンプルは以下の通りである。

$$L[i, j] = (L[2i+1, 2j] + L[2i+1, 2j+1] + 1) >> 1$$

(RecLについても同様)

30

【0151】

ダウンサンプリング位置(図7のフィルタ2、703参照)を囲む(6タップフィルタによって使用される)6つのサンプルの右下のサンプルは以下の通りである。

$$L[i, j] = (L[2i, 2j+1] + L[2i+1, 2j+1] + 1) >> 1$$

【0152】

ダウンサンプリング位置(図7のフィルタ4、705参照)を囲む(6タップフィルタによって使用される)6つのサンプルの右上のサンプル及び左上のサンプルは以下の通りである。

$$L[i, j] = (L[2i, 2j] + L[2i+1, 2j] + 1) >> 1$$

40

【0153】

第5のMMLMモードは、ダウンサンプリングされた値を、ダウンサンプリング位置(図7のフィルタ3、704参照)を囲む(6タップフィルタによって使用される)6つのサンプルの上サンプル、右上サンプル、下サンプル、及び右下サンプルの加重和として提供する4タップフィルタに依存する。

$$L[i, j] = (L[2i, 2j] + L[2i, 2j+1] + L[2i+1, 2j] + L[2i+1, 2j+1] + 2) >> 2$$

50

【 0 1 5 4 】

上述したように、CCLMモード又はMMLMモードは、ビットストリーム110又は201においてシグナリングされなければならない。図8は、JEMの例示的なLMモードシグナリングを示す。第1のバイナリフラグは、現在のブロックがLMモード又はいわゆるDMモードを含む他のイントラモードを使用して予測されるかどうかを示す。LMモードの場合、6つの可能なLMモードがシグナリングされる必要がある。(6タップフィルタを使用する)第1のMMLMモードは、1にセットされた1つの第2のバイナリフラグでシグナリングされる。この第2のバイナリフラグは、残りのモードのために0に設定され、その場合、第3のバイナリフラグは、CCLMモードをシグナリングするために1に設定され、残りのMMLMモードのために0に設定される。次いで、2つの追加のバイナリフラグが、4つの残りのMMLMモードのうちの1つをシグナリングするために使用される。

10

【 0 1 5 5 】

1つのモードは、各クロマ成分についてシグナリングされる。

【 0 1 5 6 】

上記で導入されたCbからCrへのCCLMモードはDMモードで使用され、残差レベルで適用される。実際、DMモードは、所定の場所においてルマによって使用されたイントラモードをクロマのために使用する。従来、HEVCのようなコーディングモードは、CUの左上隅と同一場所に配置された1つの単一のDMモードを使用する。あまり詳細に説明せず、明確にするために、JVETは、そのような位置をいくつか提供する。次いで、このモードは、予測方法を決定するために使用され、それゆえに、参照/元のデータから減算されると前述の残差データを生じる、クロマ成分について通常のイントラ予測を生成する。Cr残差についての予測は、Cb残差(以下ResidualCb)から以下の式で取得される。

20

$$PredCr[i, j] = \alpha \cdot ResidualCb[i, j]$$

【 0 1 5 7 】

ここで、 α は、CCLMルマ対クロマ予測と同様の方法で導出される。唯一の差異は、導出されたスケール係数が以下のように-0.5のデフォルト値に向かって偏るように、誤差関数におけるデフォルト値に関連する回帰コストの追加である。

【数3】

30

$$\alpha = \frac{M \cdot \sum_{i=1}^M RecCb_i \cdot RecCr_i - \sum_{i=1}^M RecCb_i \cdot \sum_{i=1}^M RecL'_i + \lambda(-0.5)}{M \cdot \sum_{i=1}^M RecCb_i^2 - (\sum_{i=1}^M RecCb_i)^2 + \lambda}$$

【 0 1 5 8 】

ここで、ResCb_iは、隣接する再構成Cbサンプルの値を表し、ResCr_iは、隣接する再構成Crサンプルを表す。

【数4】

$$\lambda = \sum_{i=1}^M RecCb_i^2 \gg 9.$$

40

【 0 1 5 9 】

既知のLMモードは、特に最小二乗ベースの方法を使用して線形モデルパラメータを導出するとき、大きな計算の複雑さを示す。

【 0 1 6 0 】

本発明は、コーディング効率及び/又は計算の複雑さの観点から状況を改善しようとするものである。

【 0 1 6 1 】

50

本発明は、直線の方程式に基づく線形モデルのパラメータの決定による、ルマブロックサンプルからクロマ予測子ブロックサンプルを計算するために使用される線形モデルの導出の置換に基づく。この直線は、ブロックの近傍における再構成サンプル対に基づいて定義される2つのサンプル対によって定義される。まず、使用する2つのサンプル対を決定する。次いで、これらの2つのサンプル対から、線形モデルのパラメータが決定される。線形モデルの決定に使用されるサンプル対の数を2つに限定することにより、最小平均二乗法の使用を回避することができる。したがって、提案される方法は、最小平均二乗法を使用する既知の方法よりも計算集約的ではない。

【0162】

図9は、現在のブロックの近傍におけるサンプル対のセットにおけるルマサンプル値の最小及び最大をここで考慮することによって、この方法の原理を示す。全てのサンプル対は、それらのクロマ値及びそれらのルマ値にしたがって図上に描かれる。2つの異なる点、すなわち点A及び点Bが図上で識別され、各点がサンプル対に対応する。点Aは、RecLから最も小さいルマ値 x_A と、RecCから同一場所にあるそのクロマ値 y_A とを有するサンプル対に対応する。点Bは、最も大きいルマ値 x_B と、その同一場所にあるクロマ値 y_B とを有するサンプル対に対応する。

10

【0163】

図10は、この線形モデルパラメータを導出するための提案された方法のフローチャートを与える。このフローチャートは、図4の簡略化されたバージョンである。この方法は、ステップ1001で取得された隣接ルマサンプルRecL及びステップ1002で取得されたクロマサンプルRecCに基づく。

20

【0164】

ステップ1003では、2つのサンプル対に対応する2つの点A, B(1004)が決定される。第1の実施形態では、これらの2つの点A及びBは、それぞれ最も小さいルマサンプル値 x_A 及び最も大きいルマサンプル値 x_B を有し、それらの対応するクロマサンプル値 y_A 及び y_B を有するサンプル対に対応する。

【0165】

次いで、点Aと点Bとの間の直線の方程式が、ステップ1005で以下の式にしたがって計算される。

$$\begin{aligned} &= (y_B - y_A) / (x_B - x_A) \\ &= y_A - x_A \end{aligned}$$

30

【0166】

取得されたこの、は、クロマ予測子を生成するために使用される線形モデルパラメータ1006である。

【0167】

従来技術で使用されるLMSアルゴリズムに基づく線形モデル導出は、一定の複雑さを有する。この公知の方法では、モデルのパラメータの計算は、以下の式によって取得される。

【数5】

$$\alpha = \frac{M \sum_{i=1}^M \text{Rec}C_i \text{Rec}L'_i - \sum_{i=1}^M \text{Rec}C_i \sum_{i=1}^M \text{Rec}L'_i}{M \sum_{i=1}^M \text{Rec}L_i'^2 - \left(\sum_{i=1}^M \text{Rec}L'_i \right)^2} = \frac{B_1 - B_2}{B_3 - B_4} = \frac{A_1}{A_2}$$

40

【0168】

計算の複雑さに関するこの式の分析は、以下の結果を与える。B₁の計算は、M + 1個

50

の乗算及びM個の加算を必要とし、Mはサンプル対の数である。B₂の計算は、1個の乗算及び2M個の加算を必要とする。B₃の計算は、M+1個の乗算及びM個の加算を必要とし、B₄の計算は、1個の乗算及び2M個の加算を必要とする。(B₁ - B₂) / (B₃ - B₄)に対応する の計算は、2つの追加の加算及び1つの除算を必要とする。

【0169】

を計算するために、1回の乗算、2M+1回の加算及び1回の除算。前述の通り、Mはサンプルの対の数 $RecC_i$ 及び $RecL_i$ である。

【0170】

したがって、及び のLMS導出の複雑さは、(2M+2+2)回の乗算、(7M+3)回の加算及び2回の除算である。

10

【0171】

対照的に、2点のみを使用して直線の方程式の計算に基づく提案された方法の分析は、以下の結果を与える。報告されるように、導出ステップ1005は、1回の乗算、3回の加算、及び1回の除算のみを必要とする。線形モデルパラメータの生成におけるこの大きな複雑さの低減は、提案されるこの発明の主な利点である。

【0172】

最小値及び最大値の探索は、典型的にはソートアルゴリズムに関連するそれ自体の複雑さを有することに留意されたい。その演算は完全に直列ではなく、N個の点は、N個の他の点と比較することができ、N個の最小/最大を生成する。次いで、N/2個の最小点及びN/2個の最大点が、N/2個の他の点と比較され、そして所望の数の最小点及び最大点のみが残るまで、N/4などの数の最大点及び最小点が再び比較され得る。したがって、典型的には、最小及び最大のこの探索は、ほぼ2*N-2回(それぞれN-1回)の比較をもたらす。

20

【0173】

既に述べたように、クロマ予測子は、浮動小数点乗算の代わりに整数乗算及びシフト、並びに傾きを計算する際の除算によって算出することができる。この簡略化は、

【数6】

$$pred_C(i, j) = \alpha \cdot rec'_L(i, j) + \beta$$

30

を、

【数7】

$$pred_C(i, j) = \left(L \cdot rec'_L(i, j) \right) \gg S + \beta$$

40

で置き換えることである。

【0174】

整数乗算及びシフトのみを使用するために、一実施形態では、この直線の方程式は以下のように得られる。

$$S = 10$$

【数8】

50

$$L = \frac{(y_B - y_A) \ll S}{x_B - x_A}$$

$$\beta = y_A - L(x_A \gg S)$$

10

【0175】

以下において、 L は、 S が L 及び S によって置き換えられる場合にはこの方程式を参照し、そうでなければ従来の方程式 $\beta = y_A - L(x_A \gg S)$ を参照することに留意されたい。

【0176】

この導出の別の利点は、シフト値 S が常に同じ値を有することである。これは、特に、この性質を生かしてより簡略化することのできるハードウェア実装にとって興味深い。

【0177】

さらに別の実施形態では、 L が大きくなる可能性があるため、 S の値は小さいことが強制され、より大きな乗数演算を必要とする。実際、8ビット値と8ビット値との乗算は、例えば 8×16 乗算器よりも実装がはるかに容易である。 L の典型的な実用値は、多くの場合、8ビット未満の乗数に等しい。

20

【0178】

しかしながら、好ましい実施形態は、固定点として知られる実装形態であり、 $D = (x_B - x_A)$ のすべての値について、おそらく量子化され（例えば、 $2^D + 0$ 及び $2^D + 1$ に対する結果は、単一のものとして格納される）、 S/D ($1 < S$) の値が表に格納される。符号が簡単に取り出されるので、これらは正の値についてのみであることが好ましい。したがって、アレイ TAB を使用して、 L の計算は以下ようになる。

【数9】

$$L = \begin{cases} (y_B - y_A) * TAB[abs(x_B - x_A)/Q] & \text{if } x_B - x_A \geq 0 \\ -1 * (y_B - y_A) * TAB[abs(x_B - x_A)/Q] & \text{otherwise} \end{cases}$$

30

【0179】

Q は量子化を制御し、したがって表内の要素の数を制御する。このように、 $Q = 1$ を使用することは、量子化がないことを意味する。また、ルックアップインデックスは、代わりに、典型的には $R = Q/2$ である $(abs(x_B - x_A) + R)/Q$ 、又は分割丸めのその変形例とすることができることにも留意されたい。したがって、理想的には、 $Q = 2^P$ による除算は P による右シフトに相当するように、 Q は2のべき乗となる。

40

【0180】

最後に、その表中の値のいくつかは、0に等しくなくてもよく、 $abs(x_B - x_A)$ 又は $abs(y_B - y_A)$ の低値は、 L の推定を非常に悪くすることがある。ここで、所定の、又は明示的な（スライスヘッダ内、又は PPS 若しくは SPS などのパラメータセット内などの）値が用いられ得る。例えば、4未満の D のすべての値に対して、アレイ TAB は、デフォルト値、例えば、 $-S/8$ ($1 < S$) を含んでいてもよい。

【0181】

10ビットの内容及び $Q = 1$ の場合、アレイ内で最大2048エントリが必要である。上述の符号を有する対称性を利用することによって、これは1024に低減され得る。さらに Q を大きくすることで、同様に TAB のサイズが小さくなる。

50

【0182】

C_bからC_rへの予測を伴うJ V E Tの場合のように、サンプルの一部（R e c L若しくはR e c Cのいずれか、又は両方）が残差サンプル（すなわち、おそらく量子化された2つのブロック間の差分からそれら自体をもたらす）である場合、そこで表サイズ（及びコンテンツ）は、それに応じて適合され得る。

【0183】

別の好ましい実施形態において、以下の式における直線 及び の2つのパラメータの決定は、整数算術がハードウェアにおいて容易に実装されるために使用され得るように計算される。

【数10】

$$pred_C(i, j) = \alpha \cdot rec_L^{(i, j)} + \beta$$

10

【0184】

より精密には、パラメータ 及び の決定は、整数の乗算及び整数に対するビットシフト演算によってのみ行うことができる。そのような計算は、浮動小数点算術などの他のタイプの算出よりも少ないハードウェア資源（例えば、メモリ及び時間）を利用する。

20

【0185】

この整数算術を行うために、以下のステップが行われる。

【0186】

第1の中間値「p s h i f t」は、扱われるL u m aサンプル及びC h r o m aサンプルのビット深度を考慮することによって決定される。このビットシフト値は、 の分母（d i f fと称される）の指定される最大値を確保する。本実施形態では、この「d i f f」の最大値は512であるので、それを512エントリを有する表で表現することができる。「d i f f」の指定の最大値を強制することによって、共通の表（又は表のセット）を、総メモリ要件を低減する様々な異なるビット深度について使用することができる。

【0187】

したがって、p s h i f tの値は、サンプルのビット深度に依存する（例えば、10ビットを用いてサンプルが符号化される場合には、最大値と最小値との差が1024である）。512エントリの表においてこれを表すために、p s h i f tが1となるように、2で除算する、又は1でビットシフトする必要がある。p s h i f tとビット深度の関係は、例えば、以下の表1 aについて抽出される、又は以下の数式によって与えられる。

30

$$pShift = (BitDepth > 9) ? BitDepth - 9 : 0$$

【0188】

代わりに、これは以下の数式で表すことができる。

【数11】

$$pShift = \begin{cases} BitDepth - 9, & \text{if } BitDepth > 9 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

40

【0189】

ビットシフトの後に「d i f f」を整数にするように、任意選択の丸め値「a d d」が計算されてもよい。「a d d」値は、以下の数式に従いp s h i f tに関連する。

$$add = pShift ? 1 << (pShift - 1) : 0$$

【0190】

50

代わりに、これは以下の数式で表すことができる。

【数 1 2】

$$add = \begin{cases} 2^{(pshift-1)}, & \text{if } pshift > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

【0 1 9 1】

代わりに、「BitDepth」と「add」との間の直接的な関係は、以下の数式によって提供され得る。

$$add = (BitDepth > 9) ? 1 << (BitDepth - 10) : 0$$

又は、

【数 1 3】

$$add = \begin{cases} 2^{(Bitdepth-10)} & \text{if } Bitdepth > 9 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

【0 1 9 2】

以下の表 1 は、扱われる Luma サンプル及び Chroma サンプルの、8 ビットから 16 ビットまでのビット深度に対応する「pshift」及び「add」の例の値を与える。

10

20

30

40

50

【表 1】

ビット深度	「pShift」の値	「add」の値
8 又は 9 ビット	0	0
10 ビット	1	1
11 ビット	2	2
12 ビット	3	4
13 ビット	4	8
14 ビット	5	16
15 ビット	6	32
16 ビット	7	64

表 1 : 「 p s h i f t 」 値 及 び 「 a d d 」 値 の 例

【 0 1 9 3 】

この表は、「 p s h i f t 」 及 び 「 a d d 」 を 再 計 算 す る 必 要 を 避 け る た め に メ モ リ に 格 納 さ れ て も よ く、こ れ は 処 理 演 算 の 数 を 減 ら す こ と が で き る。し か し な が ら、い く つ か の 実 装 形 態 は、処 理 動 作 の 数 に わ た る メ モ リ 使 用 の 低 減 を 優 先 す る こ と が で き、そ の よ う な 「 p s h i f t 」 及 び 「 a d d 」 が 毎 回 算 出 さ れ て も よ い。

【 0 1 9 4 】

次 い で、「 d i f f 」 値 は、整 数 算 術 を 使 用 す る 処 理 に 適 切 な 手 法 で、L u m a サ ン プ ル の 最 小 値 と 最 大 値 と の 間 の 範 囲 値 を 表 す。「 d i f f 」 の 値 は、「 p s h i f t 」 に よ っ て 一 定 の 範 囲 に 制 約 さ れ る 整 数 で あ る。こ の 値 d i f f は、以 下 の 式 か ら 計 算 さ れ る。

$$d i f f = (x _ B - x _ A + a d d) >> p s h i f t$$

【 0 1 9 5 】

次 い で、 パ ラ メ ー タ 及 び パ ラ メ ー タ が 計 算 さ れ、 パ ラ メ ー タ 及 び パ ラ メ ー タ は、線 形 モ デ ル イン タ ー セ プ ト 点 A 及 び B の 傾 き 及 び 切 片 を 定 義 す る こ と を 呼 び 出 す は ず で あ る。

$$\begin{aligned} &= (y _ B - y _ A) / (x _ B - x _ A) \\ &= y _ A - x _ A \end{aligned}$$

【 0 1 9 6 】

「 d i f f 」 が 表 す 値 が ゼ ろ に 等 し い 場 合、 及 び パ ラ メ ー タ は 以 下 の よ う に 割 り 当 て ら れ る。

$$= 0$$

$$= y_A \text{ (又は } = y_B \text{)}$$

【0197】

点A又は点Bの使用の選択は、処理演算の数を低減するために、どの点が現在メモリに格納されているかによって決定されてもよい。

【0198】

そうでなければ、値「diff」が厳密に正であれば、 の値は、以下の式によって決定される。

$$= ((y_B - y_A) * \text{Floor}(2^k / \text{diff}) + \text{div} + \text{add}) >> \text{ps_shift} \quad (1)$$

【0199】

ここで、関数Floor(x)は、x以下の最大整数値を提供し、

ここで、中間パラメータ「div」は、以下のように計算される。

$$\text{div} = (y_B - y_A) * (\text{Floor}((2^k * 2^k) / \text{diff}) - \text{Floor}(2^k / \text{diff}) * 2^k) \gg k \quad (2)$$

【0200】

この除算の精度は変数kで表される。k = 16の値は、最良のコーディング効率を提供することが見出されており、整数算術を使用して及び の正確な表現を可能にする。これは、対応するLumaサンプルを使用する場合に、Chromaサンプルの精密な予測を可能にするだろう。

【0201】

以下でより詳細に説明されるように、kの値は、各エントリがどのくらいメモリを必要とするかも定義する。k = 16の値は、表中のエントリの各々をアドレス指定する際に、2バイトで表現できる16ビットメモリレジスタが使用されることを可能にする。

【0202】

パラメータ は、点A又は点Bのいずれかであり得る直線の単一の点に直線の方程式を適用することによって決定される。点Aの場合、

$$= y_A - ((* x_A) >> k)$$

であり、点Bの場合、

$$= y_B - ((* x_B) >> k) \text{ である。}$$

【0203】

点A又は点Bの使用の選択は、処理演算の数を低減するために、どの点が現在メモリに格納されているかによって決定され得る。代わりに、それは、固定の選択であり得るし、例えば標準で定義され得る。

【0204】

ハードウェアでの実装の観点から、式(1)及び式(2)の項のいくつかは、予め計算された値が格納されている表を用いて置き換えることができる。そのような表の主な利点は、パラメータ及びパラメータの導出が行われる度に中間の「Floor」関数を計算することを回避することである。このように、複数の処理演算は、ルックアップ動作によって置き換えられてもよい。

【0205】

例えば、式(1)を以下のように簡略化して、表TAB1[diff]を使用することによって式(3)を提供することができる。

$$= ((y_B - y_A) * \text{TAB1}[\text{diff}] + \text{div} + \text{add}) >> \text{ps_shift} \quad (3)$$

【0206】

ここで、 $\text{TAB1}[\text{diff}] = \text{Floor}(2^k / \text{diff})$ である。

【0207】

同様に、式(2)は、同じ演算を反復することを避けるために、所定の表TAB1[diff]及びTAB2[diff]を使用して簡略化することができる。

$$\text{div} = (y_B - y_A) * (\text{TAB2}[\text{diff}] - \text{TAB1}[\text{diff}] * 2^k) \gg k$$

10

20

30

40

50

$2^{(k-1)} \gg k \quad (4)$

【0208】

ここで、 $TAB2[diff] = \text{Floor}((2^k * 2^k) / diff)$ である。

【0209】

この式(4)は、以下の式によってさらに簡略化することができる：

$div = ((y_B - y_A) * (TAB3[diff]) + 2^{(k-1)}) \gg k \quad (5)$

【0210】

ここで、

$TAB3[diff] = TAB2[diff] - TAB1[diff] * 2^k = \text{Floor}((2^k * 2^k) / diff) - 2^k * \text{Floor}(2^k / diff)$ である。

10

【0211】

TAB1及びTAB3(並びにTAB2も)は、それぞれN個のエントリ $N = 2^{(BitDepth - pshift)}$ を有する表であり、各エントリはkビットによって表される。

【0212】

上記の整数変数diffの定義によれば、例えば、10ビットで表現されるLuma又はChromaサンプル値を考えると、最大「diff」値は512である(上記表1aを使用する)。これは、表TAB1及びTAB3(並びにTAB2も)は、それらのそれぞれについて512エントリを有するアレイによって表現することができ、各エントリは「k=16」ビットにコーディングされることを意味する。表1に与えられる「pshift」変数は、処理されるサンプルのビット深度に応じて、同じ数(ここでは512)のエントリを取得することを可能にする。

20

【0213】

前述の通り、これらのアレイ(TAB1~TAB3)は、式(1)及び(2)におけるパラメータ及びの導出のために実行される演算の数を低減するためにメモリに格納することができる。

【0214】

VVC標準化作業の範囲では、LumaサンプルからChromaサンプルを予測するための線形モデルのパラメータ及びパラメータを取り出すための除算を実装するために、そのような方法を用いることができる。しかしながら、驚くべきことに、コーディング効率に悪影響を与えることなく表のサイズ及び各エントリの表現を低減できることが見出されていた。

30

【0215】

上述したように、各表を格納するために必要な総メモリは、「pshift」値の値に依存し、各エントリを表すためのビット数は、「k」値を使用してコーディングされ得る。上記の実施形態において、2つの表(TAB1及びTAB3)が使用され、各表は512個のエントリを有し、k=16である。これらの2つの表TAB1及びTAB3を表すために必要なメモリは $2 * 512 * 16 = 16384$ ビットであり、2048バイトに格納することができる。

【0216】

ここで、メモリ要件(独立して及び一緒に)を決定するパラメータを修正することが説明されるであろう。

40

【0217】

[各表(アレイ)のエントリ数]

512エントリのサイズを有する表を使用することによって良好な圧縮に達するにもかかわらず、これらの表は相当に大きいと見なされ得るし、それらのサイズは低減されることが望ましい。

【0218】

表3及び表4は、エントリ数をそれぞれ512から256及び128エントリに減らすことによって、Bjontegardメトリック(例えば、Bjontegard, Calculation of average PSNR difference be

50

tween rd-curves, Doc. VCEG-M33 ITU-T Q6/16, April 2001, 79 Z. Xiong, A. Liveris, and S. Cheng for an explanation of how these metrics are determined) に応じたコーディング効率の影響を示す。表のサイズの縮小は、「pshift」の値を1だけ増加させることによって行われる ($N = 2^{(\text{BitDepth} - \text{pshift})}$)。「add」の値は、それに応じて調整されてもよい。Nを256又は128に変更することを以下の表2に示す。

【表2】

ビット深度	256 エントリ		128 エントリ	
	「pshift」 の値	「add」 の値	「pshift」 の値	「add」 の値
7 以下	0	0	0	0
8 ビット	0	0	1	1
9 ビット	1	1	2	2
10 ビット	2	2	3	4
11 ビット	3	4	4	8
12 ビット	4	8	5	16
13 ビット	5	16	6	32
14 ビット	6	32	7	64
15 ビット	7	64	8	128
16 ビット	8	128	9	256

表2：256又は128エントリの表に対する「pshift」及び「add」値の例
【0219】

10

20

30

40

50

この表は、以下の数式で表すことができる。

【0220】

[265 エントリ]

$BitDepth = (BitDepth > 8) ? BitDepth = 8 : 0$
代わりに、これは以下の数式で表すことができる。

【数14】

$$pShift = \begin{cases} BitDepth - 8, & \text{if } BitDepth > 8 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

10

【0221】

ビットシフトの後に「diff」を整数にするように、任意選択の丸め値「add」が計算されてもよい。「add」値は、以下の数式に従い pshift に関連する。

$add = pshift ? 1 << (psift - 1) : 0$
代わりに、これは以下の式で表すことができる。

【数15】

$$add = \begin{cases} 2^{(psift-1)}, & \text{if } psift > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

20

【0222】

代わりに、「BitDepth」と「add」との間の直接的な関係は、以下の数式によって提供され得る。

$add = (BitDepth > 8) ? 1 << (BitDepth - 9) : 0$
又は、

【数16】

$$add = \begin{cases} 2^{(Bitdepth-9)} & \text{if } Bitdepth > 8 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

30

【0223】

[128 エントリ]

$pShift = (BitDepth > 7) ? BitDepth - 7 : 0$
代わりに、これは以下の数式で表すことができる。

【数17】

$$pShift = \begin{cases} BitDepth - 7, & \text{if } BitDepth > 7 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

40

【0224】

ビットシフトの後に「diff」を整数にするように、任意選択の丸め値「add」が計算されてもよい。「add」値は、以下の数式に従い pshift に関連する。

$add = pshift ? 1 << (psift - 1) : 0$
代わりに、これは以下の数式で表すことができる。

50

【数 18】

$$add = \begin{cases} 2^{(pshift-1)}, & \text{if } pshift > 0 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

【0225】

代わりに、「BitDepth」と「add」との間の直接的な関係は、以下の数式によって提供され得る。

$$add = (BitDepth > 7) ? 1 << (BitDepth - 8) : 0$$

又は、

【数 19】

$$add = \begin{cases} 2^{(Bitdepth-8)} & \text{if } Bitdepth > 7 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

【0226】

表のサイズの低減は、サンプル値の最大値と最小値との間の差のより粗い表現をもたらす。

【0227】

コーディング効率評価テストは、文書JVET-L1010に定義されているJVET標準化委員会によって使用されるビデオシーケンスのセットに対して行われた。以下の表において、負の値はより良好なコーディング効率を示す一方で、正の値はコーディング効率の減少に対応する。

【表 3】

	全てのIntra Main10		
	Y	U	V
クラスA1	-0.03%	0.11%	0.10%
クラスA2	0.00%	-0.02%	-0.02%
クラスB	0.02%	0.01%	0.01%
クラスC	0.03%	0.00%	0.00%
クラスD	0.08%	-0.46%	-0.46%
クラスE	0.01%	0.16%	0.16%
全体	0.01%	0.04%	0.13%

表 3：サイズ 256 の表を使用する場合の圧縮性能

【0228】

表 3 に示されるように、表 TAB 1 及び TAB 3 におけるエントリ数が 1 / 2 に減少したにもかかわらず、驚くべきことにコーディング効率は実質的に影響を受けない。我々は、CCLMモードに影響を及ぼす修正によって導入された損失は非常に限られており、それらが Chroma チャンネル (U) 及び (V) において 0.2 % 未満であり、実質的に無視

できる（及びノイズを表す可能性が最も高い）ことを観察できる。

【0229】

（上記の表2に示されるように）p s h i f tの値を追加の1だけ増加させることによって生成された、128の表サイズに対する同様の実験が行われた。

【表4】

全てのIntra Main10			
K16S128			
	Y	U	V
クラスA1	0.03%	0.15%	0.08%
クラスA2	0.02%	0.04%	0.04%
クラスB	0.02%	-0.13%	-0.13%
クラスC	0.03%	0.06%	0.06%
クラスD	-0.01%	-0.19%	-0.19%
クラスE	-0.01%	-0.06%	-0.06%
全体	0.02%	0.00%	0.03%

10

20

表4：サイズ128の表を使用する場合の圧縮性能

【0230】

表4に示されるように、よりさらに驚くべきことに、コーディング効率は、表TAB1及びTAB3におけるエントリ数が1/4に減少したにもかかわらず、依然として実質的に影響を受けない。我々は、CCLMモードに影響を及ぼす修正によって導入された損失は、非常に限られており、それらがChromaチャンネル（U）及び（V）において0.05%未満であり、実質的に無視できる（及びノイズを表す可能性が最も高い）ことを観察できる。

【0231】

しかしながら、（p s h i f tを追加の1だけ増加させることによる）表のサイズの64エントリへのさらなる縮小は、以下の表5に示されるように、圧縮性能のより大きな損失をもたらす。

【表5】

全てのIntra Main10			
K16S64			
	Y	U	V
クラスA1	0.14%	0.39%	0.36%
クラスB	0.00%	0.10%	0.10%
クラスC	-0.02%	0.07%	0.07%
クラスD	0.04%	-0.16%	-0.16%
クラスE	0.04%	0.07%	0.07%
全体	0.01%	0.04%	0.13%

40

【0232】

50

これらの結果は、クラス A 2 と、その「全体」の図を含まないので部分的である。

【0233】

上記で示された結果は、2つの点 A 及び B を使用してパラメータ α 及び β が導出される C C L M モードの効率に悪影響を及ぼすことなく、表のサイズを $1/2$ 又は $1/4$ にさえ低減できることを示している。

【0234】

別の実施形態では、表内のエントリの数（すなわち、 $psift$ の値）は、ビット深度に依存して変わり得る（例えば、10ビットまでは128（又は256）、及び10ビット超は256（又は512））。これは、（例えば）16ビットによって表されるサンプルを符号化するために、より強力なエンコーダが要求されるであろうし、より大きな表を使用する計算の複雑さはそれほど大きな問題を示さないであろうという事実に起因してもよい。そのような場合、より多くの（例えば512以上の）エントリを使用することによる符号化性能のわずかな増加が優先されてもよい。

10

【0235】

[表（アレイ）の各エントリを表すビット数]

表のサイズをさらに縮小するために、表内の各エントリは、1エントリごとに2バイトを使用する初期 $k = 16$ ビット未満で表現することもできる。 k の値を低減させることは、 k を整数で表現するために大きさを低減させることに実質的に対応するので、分割の精度を減少させることを表す。以下の表6は、（ $k = 16$ と比較して）各エントリを表すためのビット数を減少させる場合のコーディング効率の影響を示す。

20

30

40

50

【表 6】

全ての Intra Main 10						
k=14			k=12			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	-0.02%	0.15%	0.08%	-0.02%	0.15%	0.08%
クラス A2	0.00%	0.02%	0.02%	0.00%	0.02%	0.02%
クラス B	0.01%	-0.18%	-0.18%	0.01%	-0.18%	-0.18%
クラス C	-0.02%	0.01%	0.01%	-0.02%	0.01%	0.01%
クラス D	0.02%	-0.24%	-0.24%	0.02%	-0.24%	-0.24%
クラス E	0.04%	-0.14%	-0.14%	0.04%	-0.14%	-0.14%
全体	0.00%	-0.04%	0.05%	0.00%	-0.04%	0.05%
k=10			k=8			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	-0.02%	0.11%	0.08%	0.02%	0.25%	0.05%
クラス A2	0.01%	-0.10%	-0.10%	0.02%	-0.02%	-0.02%
クラス B	0.00%	-0.03%	-0.03%	0.03%	0.04%	0.04%
クラス C	-0.03%	0.15%	0.15%	0.00%	-0.16%	-0.16%
クラス D	0.04%	-0.54%	-0.54%	0.07%	0.08%	0.08%
クラス E	0.02%	0.06%	0.06%	0.01%	-0.20%	-0.20%
全体	0.00%	0.04%	0.16%	0.01%	-0.02%	0.07%
k=7			k=6			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	0.02%	0.33%	0.05%	0.05%	0.80%	0.31%
クラス A2	0.02%	0.07%	0.07%	0.03%	0.21%	0.21%
クラス B	0.03%	-0.09%	-0.09%	0.05%	0.03%	0.03%
クラス C	-0.03%	0.09%	0.09%	0.00%	0.22%	0.22%
クラス D	0.01%	0.05%	0.05%	-0.01%	-0.04%	-0.04%
クラス E	0.01%	0.09%	0.09%	0.02%	0.31%	0.31%
全体	0.01%	0.08%	0.07%	0.03%	0.28%	0.28%
k=5			k=4			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	0.30%	2.13%	1.04%	0.89%	6.18%	3.31%
クラス A2	0.09%	0.83%	0.83%	0.30%	2.73%	2.73%
クラス B	0.11%	0.31%	0.31%	0.33%	1.60%	1.60%
クラス C	0.08%	0.75%	0.75%	0.40%	2.78%	2.78%
クラス D	0.07%	-0.10%	-0.10%	0.26%	1.49%	1.49%
クラス E	0.07%	0.50%	0.50%	0.15%	1.83%	1.83%
全体	0.13%	0.83%	0.70%	0.40%	2.85%	2.47%
k=3						
Y	U	V				
クラス A1	2.46%	17.76%	10.99%			
クラス A2	1.06%	8.33%	8.33%			
クラス B	0.78%	6.86%	6.86%			
クラス C	1.27%	9.95%	9.95%			
クラス D	0.72%	5.90%	5.90%			
クラス E	0.33%	3.66%	3.66%			
全体	1.14%	9.07%	8.35%			

10

20

30

40

表 6 : k 値を低減する場合のコーディング性能

【 0 2 3 6 】

上記の表 6 は、8 ビット以下でエントリを表現した場合、そのコーディング効率は $k = 16$ ビットと比較して本質的に同じであるという驚くべき結果を示す。

【 0 2 3 7 】

上記表は、6 ~ 8 の区間に含まれる k について、許容可能なコーディング効率結果が取得されることを示している。同様の結果が、間隔 9 - 15 において k について達成されるが、そのような表現は、依然として 2 バイトを必要とし、表を格納するのに必要なメモリを低減する際にそれほど大きな利点を提供しないであろう。

50

【 0 2 3 8 】

表 6 は、5 ビット以下の k について、アルファ () の算出が不正確になる際に、除算に起因する大きな劣化が見られることを示す。

【 0 2 3 9 】

したがって、驚くべきことに、性能とストレージとの間の最良の折衷案は、 $k = 8$ ビットであることが分かった。

【 0 2 4 0 】

各エントリが 2 バイトで表現される $k = 16$ ビットと比較すると、本実施形態は、表 T A B 1 又は T A B 3 のエントリを表すために単一のバイトのみを使用することが可能である。これは、 k を伴うすべての計算の複雑さを減少させ、したがって、それ自体が処理需要を低減させる。

10

【 0 2 4 1 】

驚くべきことに、 $k = 6$ 、7、又は 8 の値は、 $k = 16$ と同様のコーディング性能を提供し、 k の値が大きいほど、わずかに良好なコーディング性能を提供する。

【 0 2 4 2 】

特に驚くべきことに、コーディング性能の任意の顕著な低下を見ることなく、 k を全バイト (8 ビット) 減少させることが可能である。

【 0 2 4 3 】

さらに、 $k = 6$ 程度の小さい値に k を低減でき、これを超える場合のみ、検出されるコーディング性能の顕著な低下となることを発見することは驚くべきことである。

20

【 0 2 4 4 】

k を 16 から 8 に低減させることによって、各表に使用される総メモリは 2 の係数だけ低減される。

【 0 2 4 5 】

これは、典型的には、ビットシフトを伴う演算の精度が、ビットシフトパラメータへの値の小さな変化に強く影響され、 k の値をわずかな量だけ減少させるときであっても、コーディング性能の大きな劣化が予想されるので、驚くべきことである。しかしながら、上記の結果は、 k の値の大きな変化 (例えば、16 から 6 まで) が、を無視できる量 (0.14 % 未満) だけコーディング性能を低下させるのみであることを、直感に反して示している。

30

【 0 2 4 6 】

k の選択は、ビット深度 (例えば、10 ビットまでは 8、及び 10 ビット超は 16) に依存して変わってもよい。これは、(例えば) 16 ビットによって表されるサンプルを符号化するために、より強力なエンコーダが要求されるであろうし、より大きな表を使用する計算の複雑さはそれほど大きな問題を占めさないであろうという事実に起因してもよい。そのような場合、より多くの (例えば 8 より多い) ビットを使用することによる符号化性能のわずかな増加が優先されてもよい。

【 0 2 4 7 】

[エントリ数と各エントリを表すビット数との組み合わせ]

以下の表 7 は、各表の 256 エントリ (すなわち、上記の表 3 及び表 6 に示される結果の 2 つのセットの組み合わせ) が存在する場合、 k を 8 から 5 に変えるためのコーディング性能の結果を、 $k = 16$ のベースライン及び各表の 512 エントリと比較して示す。

40

【表 7】

全ての Intra Main 10						
k=16			k=14			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	-0.03%	0.11%	0.10%	0.01%	0.23%	0.16%
クラス A2	0.00%	-0.02%	-0.02%	-0.02%	0.08%	0.08%
クラス B	0.02%	0.01%	0.01%	0.01%	0.04%	0.04%
クラス C	0.03%	0.00%	0.00%	-0.02%	0.18%	0.18%
クラス D	0.08%	-0.46%	-0.46%	0.00%	-0.23%	-0.23%
クラス E	0.01%	0.16%	0.16%	0.00%	0.04%	0.04%
全体	0.01%	0.04%	0.13%	0.00%	0.11%	0.11%
k=12			k=10			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	-0.01%	0.13%	-0.02%	-0.04%	-0.02%	0.08%
クラス A2	0.01%	-0.13%	-0.13%	0.03%	-0.12%	-0.12%
クラス B	-0.01%	0.08%	0.08%	-0.01%	0.01%	0.01%
クラス C	-0.03%	0.15%	0.15%	-0.02%	-0.01%	-0.01%
クラス D	0.04%	-0.13%	-0.13%	0.03%	0.01%	0.01%
クラス E	-0.04%	0.11%	0.11%	0.00%	-0.24%	-0.24%
全体	-0.01%	0.07%	0.13%	-0.01%	-0.06%	0.20%
k=8			k=7			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	0.00%	0.02%	-0.06%	0.01%	0.11%	0.01%
クラス A2	0.02%	-0.05%	-0.05%	0.02%	-0.01%	-0.01%
クラス B	0.03%	-0.04%	-0.04%	0.01%	-0.03%	-0.03%
クラス C	0.00%	0.13%	0.13%	0.01%	-0.12%	-0.12%
クラス D	0.01%	-0.12%	-0.12%	0.02%	0.04%	0.04%
クラス E	0.00%	0.06%	0.06%	-0.03%	0.37%	0.37%
全体	0.01%	0.02%	0.10%	0.01%	0.04%	0.03%
k=6			k=5			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	0.03%	0.23%	0.08%	0.12%	0.80%	0.43%
クラス A2	0.02%	0.02%	0.02%	0.06%	0.24%	0.24%
クラス B	0.03%	-0.06%	-0.06%	0.06%	0.00%	0.00%
クラス C	0.01%	0.17%	0.17%	0.02%	0.10%	0.10%
クラス D	0.06%	-0.23%	-0.23%	0.06%	0.06%	0.06%
クラス E	-0.01%	0.17%	0.17%	0.01%	0.20%	0.20%
全体	0.02%	0.09%	0.14%	0.05%	0.23%	0.26%
k=4			k=3			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	0.46%	2.62%	1.67%	1.36%	8.47%	5.60%
クラス A2	0.16%	1.33%	1.33%	0.52%	4.45%	4.45%
クラス B	0.17%	0.74%	0.74%	0.54%	3.53%	3.53%
クラス C	0.18%	1.05%	1.05%	0.76%	5.21%	5.21%
クラス D	0.16%	0.96%	0.96%	0.49%	3.29%	3.29%
クラス E	0.13%	1.13%	1.13%	0.24%	2.85%	2.85%
全体	0.21%	1.29%	1.21%	0.67%	4.77%	4.60%

10

20

30

40

表 7 : k 値及びエントリ数を 5 1 2 から 2 5 6 に低減した場合のコーディング性能

【 0 2 4 8 】

上記のコーディング効率の結果は、単一のバイトを使用して符号化された（すなわち k 8）2 5 6 エントリを有する 2 つの表（TAB 1 及び TAB 3）を使用することによって、2 バイトで表現された 5 1 2 エントリを有する 2 つの表の場合と比較して、同様の結果を得ることができるという驚くべき結果を示す。この実施形態の特定の利点は、コーディング効率結果に影響を及ぼすことなく、これらの表 TAB 1 及び TAB 3 を格納するのに必要なメモリの 1 / 4 の削減である。この特定の実施形態では、2 つの表（TAB 1 及び TAB 3）を表すために必要なメモリは、 $2 * 2 5 6 * 8 = 4 0 9 2$ ビットであり、5 1

50

2 バイトに格納することができる。

【 0 2 4 9 】

以下の表 8 は、各表の 1 2 8 エントリ（すなわち、上記の表 4 及び表 6 に示される結果の 2 つのセットの組み合わせ）が存在する場合、k を 8 から 5 に変えるためのコーディング性能の結果を、k = 1 6 のベースライン及び各表の 5 1 2 エントリと比較して示す。

【表 8】

全ての Intra Main 10						
	k=16			k=14		
	Y	U	V	Y	U	V
クラス A1	0.03%	0.15%	0.08%	0.01%	0.25%	0.15%
クラス A2	0.02%	0.04%	0.04%	0.02%	-0.04%	-0.04%
クラス B	0.02%	-0.13%	-0.13%	0.01%	-0.12%	-0.12%
クラス C	0.03%	0.06%	0.06%	-0.03%	0.22%	0.22%
クラス D	-0.01%	-0.19%	-0.19%	0.05%	0.02%	0.02%
クラス E	-0.01%	-0.06%	-0.06%	-0.01%	0.04%	0.04%
全体	0.02%	0.00%	0.03%	0.00%	0.06%	0.16%
	k=12			k=10		
	Y	U	V	Y	U	V
クラス A1	0.05%	-0.04%	-0.06%	0.00%	0.05%	0.20%
クラス A2	0.01%	0.01%	0.01%	0.02%	-0.17%	-0.17%
クラス B	0.00%	0.15%	0.15%	0.02%	-0.06%	-0.06%
クラス C	-0.02%	0.11%	0.11%	0.00%	0.02%	0.02%
クラス D	0.10%	-0.58%	-0.58%	0.05%	-0.29%	-0.29%
クラス E	-0.04%	0.07%	0.07%	0.01%	-0.05%	-0.05%
全体	0.00%	0.07%	0.09%	0.01%	-0.04%	0.13%
	k=8			k=7		
	Y	U	V	Y	U	V
クラス A1	0.03%	0.02%	0.04%	0.02%	0.07%	0.01%
クラス A2	0.01%	-0.13%	-0.13%	0.01%	-0.01%	-0.01%
クラス B	0.01%	-0.09%	-0.09%	0.01%	0.02%	0.02%
クラス C	0.01%	-0.17%	-0.17%	-0.01%	0.11%	0.11%
クラス D	0.01%	-0.25%	-0.25%	0.01%	0.08%	0.08%
クラス E	0.00%	-0.20%	-0.20%	0.00%	-0.09%	-0.09%
全体	0.01%	-0.11%	0.09%	0.01%	0.03%	0.06%
	k=6			k=5		
	Y	U	V	Y	U	V
クラス A1	0.04%	0.27%	0.17%	0.10%	0.35%	0.34%
クラス A2	0.04%	-0.07%	-0.07%	0.03%	0.12%	0.12%
クラス B	0.02%	-0.02%	-0.02%	0.04%	-0.03%	-0.03%
クラス C	0.01%	0.19%	0.19%	0.03%	0.20%	0.20%
クラス D	0.07%	0.22%	0.22%	0.03%	-0.04%	-0.04%
クラス E	0.03%	-0.04%	-0.04%	-0.01%	0.14%	0.14%
全体	0.03%	0.06%	0.17%	0.04%	0.14%	0.21%
	k=4			k=3		
	Y	U	V	Y	U	V
クラス A1	0.27%	1.41%	0.98%	0.82%	4.99%	3.28%
クラス A2	0.09%	0.84%	0.84%	0.30%	2.84%	2.84%
クラス B	0.11%	0.18%	0.18%	0.31%	1.89%	1.89%
クラス C	0.08%	0.60%	0.60%	0.38%	2.42%	2.42%
クラス D	0.13%	0.33%	0.33%	0.26%	1.51%	1.51%
クラス E	0.12%	0.47%	0.47%	0.20%	2.07%	2.07%
全体	0.13%	0.64%	0.59%	0.39%	2.71%	2.78%

表 8 : k 値及びエントリ数を 5 1 2 から 1 2 8 に低減した場合のコーディング性能

【 0 2 5 0 】

上記のコーディング効率の結果は、それぞれ単一のバイトを使用して符号化された（すなわち k = 8）1 2 8 エントリを有する 2 つの表（TAB 1 及び TAB 3）を使用するこ

とによって、2 バイト上に表される 5 1 2 エントリを有する 2 つの表の場合と比較して、同様の結果を取得することができるという驚くべき結果を示す。特に驚くべきことに、いくつかの例では、1 2 8 エントリを使用すると、2 5 6 エントリを使用する場合と比較してコーディング性能が実際に向上する。例えば、 $k = 8$ (エントリごとに 1 バイト) の場合、その結果は、1 2 8 の表サイズが 2 5 6 エントリの表と比較して改善されたコーディング性能をもたらすことを示している。

【 0 2 5 1 】

この実施形態の特定の利点は、コーディング効率結果に影響を及ぼすことなく、これらの表 T A B 1 及び T A B 3 を格納するのに必要なメモリの $1 / 8$ の削減である。この特定の
10 実施形態では、2 つの表 (T A B 1 及び T A B 3) を表すために必要なメモリは、 $2 * 1 2 8 * 8 = 2 0 4 6$ ビットであり、2 5 6 バイトに格納することができる。

【 0 2 5 2 】

したがって、C C L M モードは、効率的なハードウェア実装のために整数算術によって
実装され得る パラメータ及び パラメータを取り出すために、この除算方法を使用する
ことができる。

【 0 2 5 3 】

特に、表内のエントリの数を低減することと、各エントリのサイズを低減することとの
組み合わせは、(予想され得るように) 性能の低下の複合化をもたらさず、むしろ、表内
20 のエントリの数の低減と、各エントリのサイズの低減とを組み合わせると、独立して行う
のと比較して、実質的に同じ性能が達成されることが示された。

【 0 2 5 4 】

完全性のために、表 9 は、 $k = 1 6$ 及び $N = 5 1 2$ のベースラインと比較して、 $N = 6 4$
4 エントリの表が使用される場合の部分的な結果を示す。性能の損失は、U 及び V 成分に
おけるクラス A 1 (V V C の主な対象である) にとって有意であることに留意されたい。

10

20

30

40

50

【表 9】

全ての Intra Main 10						
k=16			k=14			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	0.14%	0.39%	0.36%	0.11%	0.52%	0.49%
クラス B	0.00%	0.10%	0.10%	0.02%	0.11%	0.11%
クラス C	-0.02%	0.07%	0.07%	0.03%	0.08%	0.08%
クラス D	0.04%	-0.16%	-0.16%	0.05%	-0.57%	-0.57%
クラス E	0.04%	0.07%	0.07%	0.04%	-0.19%	-0.19%
k=12			k=10			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	0.13%	0.49%	0.56%	0.11%	0.39%	0.33%
クラス B	0.04%	0.09%	0.09%	0.02%	-0.06%	-0.06%
クラス C	0.00%	-0.04%	-0.04%	-0.04%	0.19%	0.19%
クラス D	-0.01%	0.07%	0.07%	0.03%	-0.32%	-0.32%
クラス E	0.01%	-0.14%	-0.14%	0.04%	-0.08%	-0.08%
k=8			k=7			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	0.10%	0.43%	0.34%	0.14%	0.57%	0.42%
クラス B	0.03%	0.04%	0.04%	0.00%	-0.02%	-0.02%
クラス C	-0.05%	0.27%	0.27%	-0.04%	0.19%	0.19%
クラス D	0.07%	-0.64%	-0.64%	-0.04%	0.10%	0.10%
クラス E	0.06%	-0.37%	-0.37%	0.03%	0.22%	0.22%
k=6			k=5			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	0.13%	0.39%	0.56%	0.14%	0.74%	0.35%
クラス B	0.04%	0.10%	0.10%	0.03%	-0.04%	-0.04%
クラス C	0.00%	0.05%	0.05%	0.00%	0.08%	0.08%
クラス D	0.01%	-0.14%	-0.14%	0.03%	-0.01%	-0.01%
クラス E	0.05%	-0.05%	-0.05%	0.07%	0.15%	0.15%
k=4			k=3			
Y	U	V	Y	U	V	
クラス A1	0.29%	1.20%	0.87%	0.63%	4.01%	2.39%
クラス B	0.03%	0.22%	0.22%	0.23%	1.43%	1.43%
クラス C	0.04%	0.19%	0.19%	0.25%	1.39%	1.39%
クラス D	0.18%	-0.40%	-0.40%	0.18%	1.50%	1.50%
クラス E	0.06%	0.70%	0.70%	0.16%	1.66%	1.66%

10

20

30

40

表 9 : k 値及びエントリ数を 5 1 2 から 6 4 に減少させた場合の部分コーディング性能結果

【 0 2 5 5 】

[の表現]

別の実施形態では、パラメータの値は、「L」ビットで表現できるように修正される。上記の及びの導出処理によれば、k が 8 に等しいとき、の値が 17 ビットまで (k = 16 ならば 25 ビットまで) 到達する可能性がある。の値を修正する主な理由は、以下の予測式における乗算のビット幅を制限することである。

$$C_c = ((x * L_c) >> k) +$$

50

【0256】

ここで、 C_c は、 $Luma$ L_c 値に対応する $Chroma$ 予測値であり、 α 及び β は、その傾きのパラメータ（上述の通り導出され得る）である。

【0257】

ルマサンプルが10ビットでコーディングされる場合、これは、予測のコアループが、計算的に複雑である（及び大量のメモリを利用し得る）17ビットによる10ビットまでの乗算を処理できる必要があることを意味する。本実施形態では、乗算が16ビットを超えないように α の値を修正する。そのような算出は、ハードウェア実装によく適しており、例えば、16ビットプロセッサは、単一のメモリレジスタを使用して算出を始めることができる。

10

【0258】

これを達成するためには、 α は6ビット以下で表現する必要がある。この6ビット表現に到達するために、より大きい値が指定された範囲内に強制されるように、 α の範囲が「クリップ」されてもよい。

【0259】

別の実施形態では、 α の大きさは、適切な量で除算し、それに応じてシフトパラメータ k を調整することによって、その大きさが小さくなるように決定される。シフト値（ k ）への調整の量を決定することは、「最上位ビット」位置 P を見つけること（例えば、先行する0を計数するか、又は底が2となる対数をとることによって行われる古典的演算）を含む。この場合、 k が制限値 L （好ましい実施形態では5又は6）を超える場合には、以下の演算を行う。

20

$$\alpha = \alpha >> (P - L)$$

$$k = k + L - P$$

【0260】

すなわち、 α は係数 $2^{(P-L)}$ で除算され、 k の値は反対の量（ $L - P$ ）で補償される。

【0261】

この L の値は、ビット深度に依存していてもよいが、実装を簡略化するために、いくつかのビット深度に対して同じであり得る。さらに、 L は、符号ビットを考慮することができ、すなわち、 $L = 5$ である。

30

【0262】

ほとんどの実装事例において、 α の浮動小数点値は、 $CCLM$ モードで $[-2.0; 2.0]$ の範囲内であることも観察された。6ビットのみの使用は、例えば、間隔 $[-2.0; 2.0]$ において、この範囲から外れた任意の算出値がその範囲の終点によって置き換えられる、64値を表すことができる。

【0263】

いずれの場合においても、 α の任意の範囲へのクリッピングは、その大きさを低減させる前に行われてもよい。これは、大きさ低減処理を始める前に、外れ値を除去することを確実とする。

【0264】

40

図11は、本発明の実施形態における2つの点（A及びB）を選択する異なる方法を示す。

【0265】

提案されるこの導出の簡略化は、コーディング効率に影響を及ぼす。このコーディング効率損失を低減するために、この2つの点の慎重な選択が非常に重要なステップとなる。

【0266】

前述の第1の実施形態では、隣接するルマサンプル値の最小及び最大は、図11の点A及び点Bに対応して選択される。

【0267】

代替の実施形態では、2つの選択された点は、図11の点C及びDであり、これは、

50

隣接するクロマサンプル値の最小及び最大に対応するルマサンプル及びクロマサンプルの対に対応する。この代わりの実施形態は、コーディング効率の観点から興味深い場合がある。

【0268】

代わりの実施形態では、セグメント [A B] と [C D] との間の最長セグメントが決定され、[A B] セグメントが [C D] セグメントより長い場合、点 A 及び B が選択され、そうでなければ点 C 及び D が選択される。各セグメントの長さはユークリッド距離で計算することができる。しかし、別の距離測度を使用することができる。この実施形態は、2つの第1の点と比較してコーディング効率を向上させる。実際、2つの選択された点が遠い場合、一般に、生成された線形モデルが関連する。その結果、生成されたクロマブロック予測子は、現在のブロックを予測することに関連する。

10

【0269】

代わりの実施形態では、A、B、C、Dの間に生成され得る全ての可能なセグメントのうち最も長いセグメントが、2つの選択された点を与える。これは、図11に示すセグメント [A B]、[C D]、[A C]、[A D]、[C B] 及び [D B] に対応する。この実施形態は、より高い複雑さを対価として、以前のものと比較してコーディング効率を改善する。

【0270】

好ましい実施形態では、Rec L ルマサンプル値の最小及び最大を表す点は、このA点及びB点を作成するように設定され、点Aの1つの成分がBからの対応する成分と等しい場合 ($x_B = x_A$ 又は $y_B = y_A$)、クロマサンプル値C及びDの最小及び最大を表す点を選択される。 $x_B = x_A$ 又は $y_B = y_A$ の場合、その時 (又はL) は、それぞれ無限大又は0に等しく、結果として、クロマ予測子ブロックは、それぞれ、使用不能又はDC予測に相当するため、この実施形態は最良のコーディング効率を取得する。これは、(又はL)を表す分数の分子又は分母のいずれかが低すぎる(例えば、以下の条件 ($| \quad | < 0.1$) が確認されてもよい)とすぐに当てはまる。わずかな量であっても、(量子化などによる)それに対する任意のエラーは(又はL)の非常に異なる値を導く。その記録の残りで、そのような事例は、基本的にはほぼ水平又は垂直な傾きであって、それがであってもLであっても、異常な傾きと呼ばれるものを導く。

20

【0271】

追加の実施形態では、図11に全て示されているような点のいくつかの対が、が「異常」でなくなるまでテストされる。この実施形態は、以前の点のコーディング効率を改善するが、計算の複雑さを増加させる。

30

【0272】

代わりの一実施形態では、2つの成分(クロマ及びルマ)の最大と最小との間の差が計算される。さらに、最大の差を有する成分は、そのモデルパラメータの計算のためのラインを定義する2つの点を決定するために選択される。この実施形態は、2つの成分が2つのクロマ成分又は2つのRGB成分である場合に効率的である。

【0273】

2つの点A及びBの選択は、現在のブロックのサンプルの値に対して行われてもよい。一実施形態では、簡略化線形モデル導出のための2つの点は、現在のダウンサンプリングされたルマブロック(図5の505)のサンプル値に基づいて設定される。ブロックの近傍のサンプル対のルマサンプル値は、ルマブロックのルマサンプル値と比較される。最大の発生率を有する値は x_A を生成するために選択され、最大の発生率を有する第2の値は x_B を生成するために選択される。対応するクロマ値 y_A 及び y_B は、ブロックの近傍のサンプル対における同一場所にあるクロマサンプルの平均値である。(又はL)が「異常」(0に等しい、又は0に近い($| \quad | < 0.1$))の場合、 x_B は、最も選択された第2の値どころか、選択のより少ないルマ値の一つである。同じ方法で、 y_B は、同一場所にあるクロマサンプルの平均値である。この実施形態は、最高の複雑さを対価として、以前の実施形態と比較してコーディング効率を向上させる。

40

50

【 0 2 7 4 】

2つの点A及びBの選択は、サンプル対の空間位置に対して行われてもよい。

【 0 2 7 5 】

前述の実施形態では、M対のルマ近隣サンプル及びクロマ近隣サンプルのルマ(A、B)又はノ及びクロマ(C、D)の最小値及び最大値を決定する必要がある。これは、追加の複雑さと見なすことができる。したがって、いくつかの実装では、これらの2つの点を最小限の複雑さで取得することが好ましい。

【 0 2 7 6 】

一実施形態では、1つの線形モデルは、クロマサンプルRecC(図5の501)及び境界のダウンサンプリングルマサンプルRecL(503)を用いて生成される。選択された第1の点は、5004と参照されるルマの左行の底部サンプル、及び同一場所にあるクロマサンプル5001である。選択された第2の点は、右上のルマサンプル5003及び同一場所にあるクロマサンプル5002である。この2点の選択は非常に単純であるが、それはまた、値に基づく以前の実施形態よりも効率的ではない。

【 0 2 7 7 】

さらに、例えば画像又はスライスの境界上のブロックについて、上エッジ又は左エッジのうちの1つが存在しない場合、又は例えば複雑性又は誤り耐性の理由のために上エッジ又は左エッジのうちの1つが利用できない場合、その際に2つのサンプル(例えば、利用可能なエッジ上でルマが504又は5003であるもの)が、欠けているものの代わりに選択される。したがって、サンプルを選択するためにいくつかの条件が存在することが分かる。

【 0 2 7 8 】

傾きを計算するために十分な点を選択できない場合、又はそれらの点が「異常な」(又はL)をもたらす場合、そこで代わりにデフォルト点を選択され得るさらなる実施形態が説明される。この実施形態は、適応を伴うMMLMモードにも適用することができる。第1のグループの線形モデルパラメータを作成するために、第1の点は、ルマの左の第2の行の底部サンプル(5009)及び同一場所にあるクロマサンプル(5005)である。加えて、第2の点は、左の第1の行の上のルマサンプル(5010)及び同一場所にあるクロマサンプル(5006)である。

【 0 2 7 9 】

第2のグループの線形モデルパラメータを作成するために、第1の点は、ルマの上の第1のラインの左サンプル(5011)及び同一場所にあるクロマサンプル(5007)である。そして、第2の点は、上の第2のラインの右のルマサンプル(5012)及び同一場所にあるクロマサンプル(5008)である。

【 0 2 8 0 】

この実施形態は、第1のグループ及び第2のグループについての4つの点の選択を簡略化する。

【 0 2 8 1 】

さらに別の実施形態では、MMLMモードの閾値は、点5010又は5011のルマ値、すなわち、例における左近傍の右上点及び上近傍の左下点、又はこれらの点の平均である。この追加の実施形態は、閾値の計算を簡略化する。

【 0 2 8 2 】

2点の選択に関連するこれらのすべての実施形態に対するさらなる実施形態では、ルマのダウンサンプリング処理は無効化され、デシメーションによって置き換えられる、すなわち、2つのルマサンプルの1つがRecLサンプルに使用される。この場合、以下で詳細に説明される、図10のステップ1001及び図12のステップ1201は省略されることになる。この実施形態は、コーディング効率にわずかな影響を及ぼす複雑さを低減する。

【 0 2 8 3 】

点A、B、C及びDは、サンプルの復号バージョンに基づいて決定され、したがって、

10

20

30

40

50

元のサンプル値と一致しない可能性がある。これは、「異常な」傾きを定義する際に既に述べたように、異常に短いセグメント、又は単にノイズの多い推定を引き起こし得る。A及びCは2つの最も低い点であり、B及びDは2つの最も高い点であり、それらの任意の2つを使用する代わりに、少数の単純な補足演算を対価として、AとCとの間の平均として定義される点E、及びBとDとの間の平均として定義される点Fを使用することができる。

$$x_E = (x_A + x_C + 1) \gg 1, \text{ かつ } y_E = (y_A + y_C + 1) \gg 1$$

$$x_F = (x_B + x_D + 1) \gg 1, \text{ かつ } y_F = (y_B + y_D + 1) \gg 1$$

【数20】

$$x_E = (x_A + x_C + 1) \gg 1 \text{ and } y_E = (y_A + y_C + 1) \gg 1$$

$$x_F = (x_B + x_D + 1) \gg 1 \text{ and } y_F = (y_B + y_D + 1) \gg 1$$

$$A = \frac{(y_E - y_F) \ll S}{x_E - x_F}$$

$$\beta = y_E - A \cdot (x_E \gg S)$$

【0284】

明らかに、 $y_E - y_F$ 又は $x_E - x_F$ が0に等しいか、又は低すぎる(すなわち、導出された傾きが「異常」である)場合、点A、B、C及びDは、より良いパラメータを取得するために通常通り考慮される。

【0285】

これから、モデルにおける傾きの計算に使用される2つの点は、RecL又はRecCのサンプル値から作られた2つの実際の点ではない可能性があることが理解されるべきである。これは、ステップ1003において「選択」の代わりに「決定」という文言を用いることを説明している。

【0286】

なおさらなる実施形態では、MMLMモードの場合、1つのグループの傾きを定義する(又はL)パラメータが「異常」である場合、対応するLMパラメータは、LMパラメータの2つ以上のグループの場合、他のグループ又は別のグループのLMパラメータに等しく設定される。図12は、この実施形態を示す。ステップ1203で2つのグループの2つのモデルを定義する(1, 1)及び(2, 2)を決定した後、ステップ1204及び1205で、それらが0に等しいかどうかをチェックするために1及び2をテストする。この場合、「異常」の傾きパラメータ(又はL)は、他の傾きパラメータに等しく設定され、同様に、他のグループの対応するパラメータ値は、ステップ1206及び1207でも使用される。したがって、その場合、現在のブロックのダウンサンプリングされたルマサンプル値の値が何であっても、パラメータのセット1つのみが使用され、閾値との比較はなく、CCLMモードと同じ複雑さが得られる。この実施形態の利点は、追加の線形モデルパラメータを導出する必要がないことによる、少ない複雑さでのコーディング効率の改善である。

【0287】

代替の実施形態では、1つの傾きパラメータ(又はL)が「異常」であるとき、線形パラメータの1つのセットは、MMLM(これは、1つの上のライン及び1つの隣接行の代わりに、2つの上のライン及び2つの隣接行を用いたCCLM導出に対応する)のす

すべての初期サンプルを考慮することによって再導出される。この実施形態は、以前のものよりも良好なコーディング効率を与えるが、線形モデルパラメータのセットを再導出する必要があるため、より複雑である。

【0288】

本文書で説明されるような2点を用いた簡略化されたLM導出は、一般に、いくつかのLMモードが競合しているときにすべてのLMS導出を置き換えない場合を除き、古典的なLMS導出よりも効率が低い。

【0289】

一実施形態では、2点を用いたLM導出は、クロマブロック予測子を導出するためのCCLMモードについてのみ使用される。この実施形態は、コーディング効率の改善を与える。

10

【0290】

一実施形態では、2点を用いた導出は、最も複雑な予測方法であるので、MMLMモードについてのみ使用される。

【0291】

一実施形態では、2点を用いたLM導出が、CCLMモード及びMMLMモードのために使用されて、クロマブロック予測子を導出する。この実施形態は、JEMと同様のコーディング効率を有するが、クロマブロック予測子の生成のためにこの簡略化されたLM導出を使用することによって最悪の場合の複雑さを低減する。実際、ルマに基づくクロマ予測は、予測線形モデルモードの中で最悪の場合の複雑さを表すモードである。これは、残差クロマ予測よりも複雑である。

20

【0292】

一実施形態では、2点を有するLM導出は、すべてのLMS導出(クロマブロック予測子生成及び残差予測)を置き換える。この実施形態は、JEMと比較してコーディング効率を低下させるが、複雑さを有意に減少させる。これらの2つの実施形態は、パラメータに関するステップ1203において使用される導出方法が何であっていてもコーディング効率の改善を与えることに留意されたい。

【0293】

さらに別の実施形態では、傾きパラメータ(又はL)の一方又は両方が「異常」である場合、そこで、ステップS1206及び/又は1207において($-(1 < S) / 8$ のような)デフォルト値が使用され、対応する値が計算される。

30

【0294】

さらに別の実施形態では、いくつかのLMモードがエンコーダ側で競合しており、シンタックス要素がデコーダ側のビットストリーム中で選択されたLMモードをシグナリングしてもよい。このシグナリングは、どのセットを使用すべきかを示すために、又は少なくともブロックレベル選択の候補を提供するために、スライスレベル(又はPPS、若しくはSPS)であり得る。これらの競合LMモード間の差異のうちの少なくとも1つは、LMパラメータを導出するために使用される2つの点のセットである。2つの点のセット、及びこれらの2つの点を生成する方法は、競合において異なるLMモードを定義する。例えば、1つのLMモードについて、2つの点は最小及び最大ルマ値に基づいて決定され、1つの別のLMモードについて、2つの点は最大及び最小クロマ値に基づいて選択される。

40

【0295】

別の実施形態は、図5に示されるように、可能な位置から多数のセットを定義することにある。4つのそのような異なる点は、12個までの異なる対を導き得る一方で、傾きパラメータ(又はL)の計算のための式における分子及び分母について最大の値をもたらすものが好ましい可能性がある。エンコーダは、ペアのリストを構築し、ある基準(例えば、ルマ成分における距離、又はルマ成分とクロマ成分との両方を使用するデカルト距離)に応じてそれらをソートし、場合によっては(すなわち、その傾きが他の傾きに近すぎる場合には)それらの一部を除去し、したがって選択及びシグナリングすることができるパラメータのリストを構築する。

50

【 0 2 9 6 】

これらの実施形態の利点は、コーディング効率の向上である。

【 0 2 9 7 】

これらの実施形態の説明は、ルマ成分及びクロマ成分に言及するが、どちらもクロマ成分、又はRGB成分などの他の成分に容易に適合させることができる。一実施形態によれば、本発明は、第2のクロマ成分から第1のクロマ成分サンプル値を予測する際に使用される。別の実施形態では、本発明は、2つ以上の成分の2つ以上のサンプル値から1つの成分のサンプル値を予測する際に使用される。そのような場合、線形モデルは、2つの点/セットに基づいて導出され、各点/セットは、1つの成分のサンプル値、及び2つ以上の成分の2つ以上のサンプル値を含むことが理解される。例えば、2つの成分のサンプル値が、1つの成分のサンプル値を予測するために使用される場合、各点/セットは、3次元空間における位置として表され得、その線形モデルは、再構成サンプル値の2つの点/セットに対応する、3次元空間における2つの位置を通る直線に基づく。

10

【 0 2 9 8 】

図13は、本発明の1つ以上の実施形態の実装のための計算装置1300の概略ブロック図である。計算装置1300は、マイクロコンピュータ、ワークステーション、又は軽い携帯装置などの装置であってもよい。計算装置1300は、以下に接続された通信バスを備える。

【 0 2 9 9 】

- CPUと称される、マイクロプロセッサなどの中央処理装置1301。

20

【 0 3 0 0 】

- 本発明の実施形態に応じた画像の少なくとも一部を符号化又は復号するための方法を実装するために必要な変数又はパラメータを機憂くするために適合されたレジスタと同様に、本発明の実施形態の方法の実行可能コードを格納するための、RAMと称される、ここでメモリ容量は例えば拡張ポートと接続された任意選択のRAMによって拡張され得る、ランダムアクセスメモリ1301。

【 0 3 0 1 】

- ROMと称される、本発明の実施形態を実施するためのコンピュータプログラムを格納するための読み取り専用メモリ1303。

【 0 3 0 2 】

- ネットワークインターフェース1304は、典型的には、処理されるデジタルデータがそれを介して送受信される通信ネットワークに接続される。ネットワークインターフェース1304は、単一のネットワークインターフェースであり得るか、異なるネットワークインターフェースのセット（例えば、有線及び無線インターフェース、又は異なる種類の有線又は無線インターフェース）から構成され得る。データパケットは、CPU1301で動作するソフトウェアアプリケーションの制御下で、送信用ネットワークインターフェースに書き込まれるか、受信用ネットワークから読み込まれる。

30

【 0 3 0 3 】

- ユーザインターフェース1305は、ユーザから入力を受信するために、又はユーザに情報を表示するために使用されてもよい。

40

【 0 3 0 4 】

- HDで示されるハードディスク1306は、大容量記憶装置として提供されてもよい。

【 0 3 0 5 】

- I/Oモジュールは、ビデオソース又はディスプレイなどの外部装置から/とのデータの受信/送信のために使用されてもよい。

【 0 3 0 6 】

この実行可能コードは、読み取り専用メモリ1303、ハードディスク1306、又は例えばディスクなどの取外し可能なデジタル媒体のいずれかに格納されてもよい。変形例によれば、プログラムの実行可能コードは、実行される前にハードディスク1306などの通信装置1300の記憶手段の1つに格納されるように、ネットワークインターフェー

50

ス 1 3 0 4 を介して通信ネットワークによって受信され得る。

【 0 3 0 7 】

中央処理ユニット 1 3 0 1 は、本発明の実施形態による 1 つ以上のプログラムの命令又はソフトウェアコードの部分の実行を制御及び指示するように適合され、その命令は前述の記憶手段のうちの 1 つに格納される。CPU 1 3 0 1 は、電源投入後、例えばプログラム ROM 1 3 0 3 又はハードディスク (HD) 1 3 0 6 などから、ソフトウェアアプリケーションに関するメイン RAM メモリ 1 3 0 2 からの命令がロードされた後に、それらの命令を実行することができる。そのようなソフトウェアアプリケーションは、CPU 1 3 0 1 によって実行されると、本発明による方法のステップを行わせる。

【 0 3 0 8 】

本発明による方法の任意のステップは、PC (「Personal Computer」)、DSP (「Digital Signal Processor」)、又はマイクロコントローラなどのプログラム可能な計算マシンによる命令又はプログラムのセットの実行によって、ソフトウェアにおいて実装されてもよく、そうでなければ、特に最小及び最大選択用の FPGA (「Field-Programmable Gate Array」)、又は ASIC (「Application-Specific Integrated Circuit」) などの機械又は専用の構成要素によって、ハードウェアにおいて実装されてもよい。

【 0 3 0 9 】

また、いくつかの例は、説明のために HEVC に基づくが、本発明は HEVC に限定されないことにも留意されたい。例えば、本発明は、2 つ以上の成分のサンプル値間の関係をモデルで推定 / 予測することができる他の予測 / 推定処理でも使用することができ、そこでそのモデルは、関連する / 関連付けられた成分サンプル値のすべての利用可能なセットから選択された関連する / 関連付けられた成分サンプル値の少なくとも 2 つのセットに基づいて決定される近似モデルである。

【 0 3 1 0 】

サンプル対 (すなわち、異なる成分についての関連付けられたサンプル値のセット) に対応する各点は、アレイに関して格納及び / 又は処理されてもよいことが理解される。例えば、各成分のサンプル値は、その成分の各サンプル値が、例えばそのサンプル値に対するインデックスを使用して、そのアレイの要素を参照することによって参照可能 / アクセス可能 / 取得可能であるように、アレイに格納されてもよい。代わりに、アレイは、サンプル対の各サンプル値をアレイの要素としてアクセス可能 / 取得可能な各サンプル対を格納及び処理するために使用されてもよい。

【 0 3 1 1 】

また、上述の比較、判定、評価、選択、又は考慮の任意の結果、例えば、符号化処理中に行われる選択は、ビットストリーム中のデータ、例えば、その結果を示すフラグ又はデータから示されるか、又は決定可能であり、その結果、示されるか又は決定された結果は、例えば、復号処理中に実際に比較、判定、評価、選択、又は考慮を行う代わりに、その処理において使用され得ることも理解される。

【 0 3 1 2 】

以上、本発明を具体的な実施形態に基づいて説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の修正が可能である。

【 0 3 1 3 】

さらに、上述した例示的な実施形態を参照すると、多くのさらなる修正及び変更が当業者へと提案されているが、それは単に例として与えられ、添付のクレームによって単独で決定される本発明の範囲を制限することを意図しない。特に、異なる実施形態からの異なる特徴は、必要に応じて交換されてもよい。

【 0 3 1 4 】

上述した発明の各実施形態は、単独で実施することもでき、複数の実施の形態を組み合わせることもできる。また、異なる実施形態からの特徴は、必要に応じて組み合

10

20

30

40

50

わせることができ、又は個々の実施形態からの要素又は特徴の組み合わせが単一の実施形態で有益である場合、組み合わせることができる。

【0315】

本明細書で開示される各特徴（任意の添付の特許請求の範囲、要約書、及び図面を含む）は、特に明記しない限り、同じ、同等、又は同様の目的に役立つ代替的特徴によって置き換えられ得る。したがって、特に明記しない限り、開示される各特徴は、均等又は同様の特徴の一般的なシリーズの一例にすぎない。

【0316】

請求項において、用語「備える (comprising)」は、他の要素又はステップを除外せず、不定冠詞「1つの (a)」又は「1つの (an)」は、複数を除外しない。異なる特徴が相互に異なる従属請求項で述べられているという単なる事実は、これらの特徴の組み合わせを有利に使用することができないことを示すものではない。

10

【0317】

以下の番号付き条項はまた、特定の実施形態を定義する。

【0318】

(条項1) 同一フレーム内の第2成分ブロックの関連付けられた再構成第2成分サンプルから第1成分ブロックについての第1成分サンプルを取得するための線形モデルを導出する方法であって、

2点を通る直線を表す線形方程式のパラメータを決定することであって、各点は2つの変数によって定義され、第1成分及び第2成分の両方の再構成サンプルに基づいて、第1の前記変数は第2成分サンプル値に対応し、第2の前記変数は第1成分サンプル値に対応する、決定することと、

20

直線パラメータによって定義される前記線形モデルを導出することと、を含み、

前記パラメータを決定することは、整数算術を使用する、方法。

【0319】

(条項2) 前記線形方程式の傾きに対応する前記パラメータ () は、前記2点の第1成分間の差分 (diff) を算出することによって推定され、前記差分のサイズは、前記差分にビットシフトを適用することによって制限される、条項1に記載の方法。

【0320】

(条項3) 前記ビットシフトの値は、前記サンプルのビット深度に依存する、条項2に記載の方法。

30

【0321】

(条項4) 前記差分の値の最大数は256である、条項2又は3に記載の方法。

【0322】

(条項5) 前記ビットシフトの値 (pshift) は、以下の式によって前記サンプルのビット深度 (BitDepth) に関連する、条項4に記載の方法。

【数21】

$$pShift = \begin{cases} BitDepth - 8, & \text{if } BitDepth > 8 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

40

【0323】

(条項6) 前記差分に対応する値が表に格納され、前記表内のエントリ数が256である、条項3乃至5の何れか一項に記載の方法。

【0324】

(条項7) 前記差分に対応する値が表に格納され、前記表内のエントリの数は、サンプルが閾値以下のビット深度を有するとき256であり、サンプルが閾値を超えるビット深度を有するとき512である、条項3乃至5の何れか一項に記載の方法。

【0325】

50

(条項 8) 前記差分の値の最大数は 128 である、条項 2 又は 3 に記載の方法。

【0326】

(条項 9) 前記ビットシフトの値 ($pshift$) は、以下の式によって前記サンプルのビット深度 ($BitDepth$) に関連する、条項 8 に記載の方法。

【数 22】

$$pShift = \begin{cases} BitDepth - 7, & \text{if } BitDepth > 7 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

10

【0327】

(条項 10) 前記差分に対応する値が表に格納され、前記表内のエントリ数が 128 である、条項 8 又は 9 に記載の方法。

【0328】

(条項 11) 前記差分に対応する値が表に格納され、前記表内のエントリの数は、サンプルが閾値以下のビット深度を有するとき 128 であり、サンプルが閾値を超えるビット深度を有する場合に 256 である、条項 8 又は 9 に記載の方法。

【0329】

(条項 12) 前記閾値は 10 ビットである、条項 7 又は 11 に記載の方法。

【0330】

(条項 13) 前記表に格納された値は、 $Floor$ 関数を含む関数によって前記差分に対応する、条項 6 乃至 12 の何れか一項に記載の方法。

20

【0331】

(条項 14) 前記差分は整数に制限される、条項 2 乃至 13 の何れか一項に記載の方法。

【0332】

(条項 15) 前記差分に値が追加され、前記値は、前記差分に適用されるビットシフトに依存する、条項 14 に記載の方法。

【0333】

(条項 16) 前記線形方程式の傾きに対応するパラメータを決定することは、分割を決定することを含み、前記決定は、前記分割にビットシフトを適用することによって前記分割の大きさを低減することを含む、条項 1 乃至 15 の何れか一項に記載の方法。

30

【0334】

(条項 17) 前記ビットシフトを、表に格納された前記差分に対応する値に適用して、前記表に格納された前記各エントリのサイズを制限することをさらに含む、条項 16 に記載の方法。

【0335】

(条項 18) 前記大きさを低減することは、前記分割の値が使用するビット数を 1 バイトに制限することを含む、条項 16 又は 17 に記載の方法。

【0336】

(条項 19) 前記ビット数は、6、7 又は 8 である、条項 18 に記載の方法。

40

【0337】

(条項 20) 前記ビット数は、前記サンプルのビット深度に依存する、条項 18 又は 19 に記載の方法。

【0338】

(条項 21) 前記線形方程式の傾きに対応するパラメータの可能な値のサイズ及び/又は数を制限することをさらに含む、条項 1 乃至 20 の何れか一項に記載の方法。

【0339】

(条項 22) 前記線形方程式の前記傾きの値を所定の範囲内にあるようにクリッピングすることを含む、条項 21 に記載の方法。

【0340】

50

(条項 2 3) 前記所定の範囲は、CCLMモードにおいて $[-2.0, 2.0]$ に対応する、条項 2 2 に記載の方法。

【0341】

(条項 2 4) 前記線形方程式の傾きに対応するパラメータの可能な値のサイズ及びノ又は数を制限することは、ビットシフトを前記パラメータに適用することによって前記パラメータの大きさを低減することを含む、条項 1 7 乃至 2 3 の何れか一項に記載の方法。

【0342】

(条項 2 5) 前記大きさ低減は、前記クリッピングの後に行われる、条項 2 2 に従属する条項 2 4 に記載の方法。

【0343】

(条項 2 6) 前記大きさを低減することは、前記パラメータの値が使用するビット数を制限することを含む、条項 2 4 又は 2 5 に記載の方法。

【0344】

(条項 2 7) 前記ビット数は、前記サンプルのビット深度に依存する、条項 2 6 に記載の方法。

【0345】

(条項 2 8) 前記ビット数は、5 又は 6 である、条項 2 6 に記載の方法。

【0346】

(条項 2 9) 条項 1 乃至 2 8 の何れか一項に係る線形モデルを導出する手段を含む、画像を符号化するための装置。

【0347】

(条項 3 0) 条項 1 乃至 2 8 の何れか一項に係る線形モデルを導出する手段を含む、画像を復号するための装置。

【0348】

(条項 3 1) プログラム可能機器に読み込まれ実行されるときに、条項 1 乃至 2 8 の何れか一項に係る方法を実装するための命令のシーケンスを含む、プログラム可能機器のためのコンピュータプログラム製品。

【0349】

(条項 3 2) 装置内のマイクロプロセッサ又はコンピュータシステムによって実行されると、前記装置に条項 1 乃至 2 8 の何れか一項に係る方法を行わせるプログラムを格納する、コンピュータ可読記憶媒体。

【0350】

(条項 3 3) 実行されると、条項 1 乃至 2 8 の何れか一項に記載の方法を行わせる、コンピュータプログラム。

10

20

30

40

50

【図 5】

RecL ◻
RecL ⊗

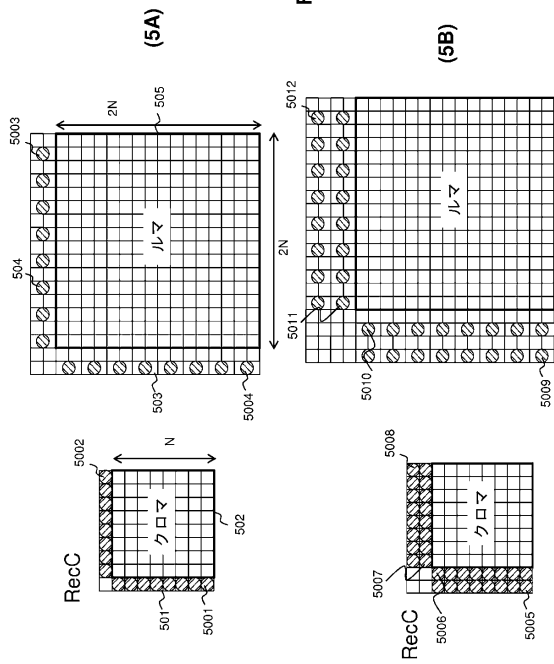


Fig. 5

【図 6】

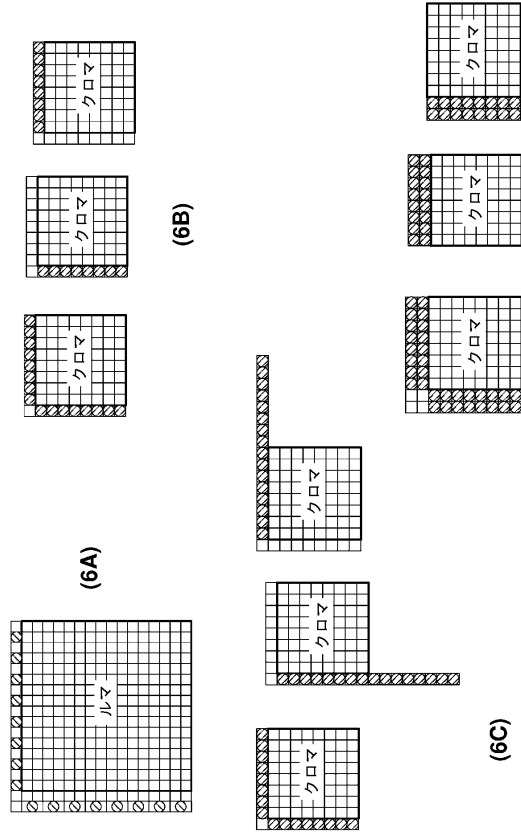


Fig. 6

【図 7】

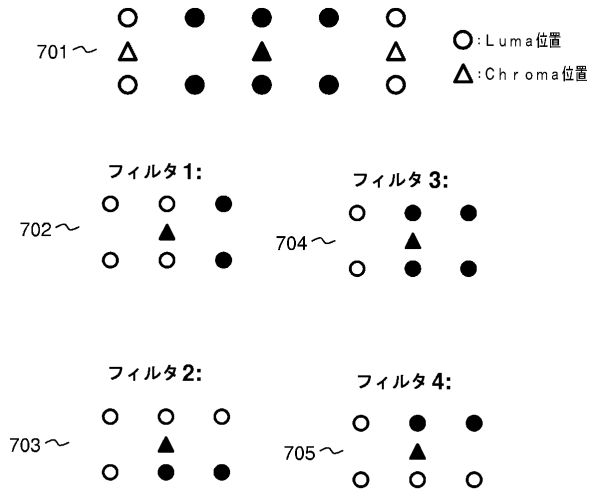


Fig. 7

【図 8】

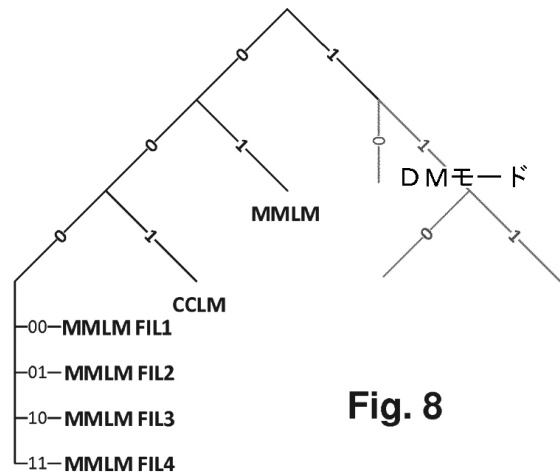


Fig. 8

10

20

30

40

50

【図 9】

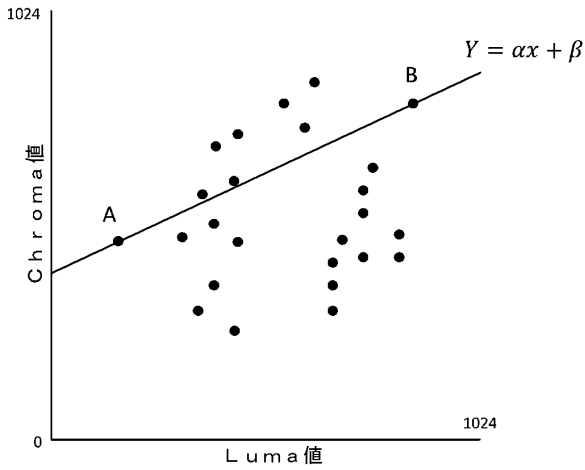


Fig. 9

【図 10】

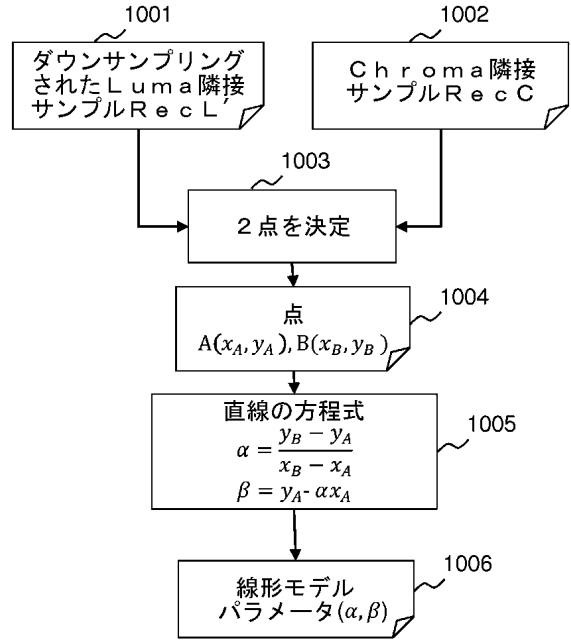


Fig. 10

【図 11】

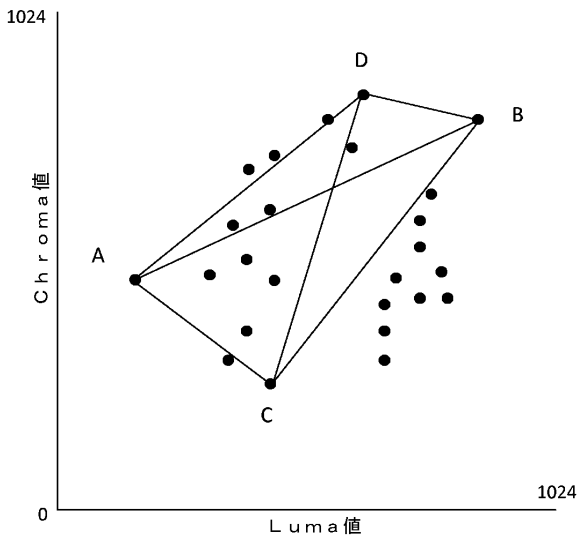


Fig. 11

【図 12】

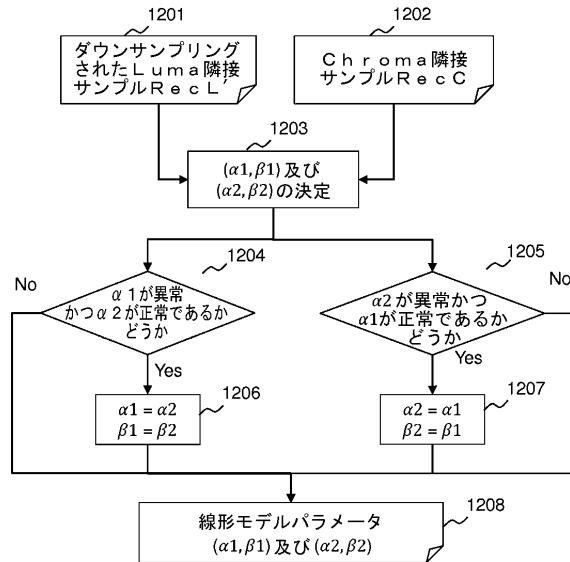


Fig. 12

10

20

30

40

50

【 1 3 】

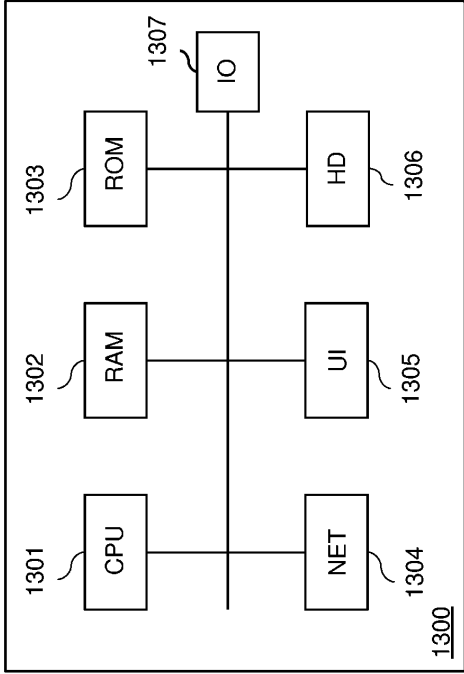


Fig. 13

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

英国(GB)

ル キヤノン リサーチ センター フランス エス, エー, エス 内

(72)発明者 オンノ, パトリス

フランス国 レヌ - アタラント, セデックス セッション - セヴィニエ 3 5 5 1 7, リュ ドゥ
ラ トゥッシュランベール キヤノン リサーチ センター フランス エス, エー, エス 内

(72)発明者 ジスケ, クリストフ

フランス国 レヌ - アタラント, セデックス セッション - セヴィニエ 3 5 5 1 7, リュ ドゥ
ラ トゥッシュランベール キヤノン リサーチ センター フランス エス, エー, エス 内

審査官 鉢呂 健

(56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 0 5 0 7 2 9 (J P , A)

CHEN, Jianle et al. , Algorithm Description of Joint Exploration Test Model 7 (JEM 7) , Joint
Video Exploration Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 7th
Meeting: Torino, IT, 13-21 July 2017, [JVET-G1001-v1] , JVET-G1001 (version 1) , ITU-T
, 2017年08月19日 , <URL:https://jvet-experts.org/doc_end_user/documents/7_Torino/
wg11/JVET-G1001-v1.zip> : JVET-G1001-v1.docx: pp.10-12LAROUCHE, Guillaume et al. , Non-CE3: On cross-component linear model simplification , Joi
nt Video Experts Team (JVET) of ITU-T SG 16 WP 3 and ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 11th
Meeting: Ljubljana, SI, 10-18 July 2018, [JVET-K0204-v3] , JVET-K0204 (version 3) , ITU-
T , 2018年07月12日 , <URL:https://jvet-experts.org/doc_end_user/documents/11_Ljublj
ana/wg11/JVET-K0204-v3.zip> : JVET-K0204-v3.docx: pp.1-7

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

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