

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4983907号  
(P4983907)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4N 7/32	(2006.01)	HO4N	7/137	Z	
HO4N 11/04	(2006.01)	HO4N	11/04	A	
HO4N 7/30	(2006.01)	HO4N	7/133	Z	

請求項の数 4 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2009-298737 (P2009-298737)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成21年12月28日(2009.12.28)		ソニー株式会社
(62) 分割の表示	特願2003-277128 (P2003-277128)		東京都港区港南1丁目7番1号
原出願日	平成15年7月18日(2003.7.18)	(74) 代理人	100067736
(65) 公開番号	特開2010-104027 (P2010-104027A)		弁理士 小池 晃
(43) 公開日	平成22年5月6日(2010.5.6)	(74) 代理人	100096677
審査請求日	平成22年1月22日(2010.1.22)		弁理士 伊賀 誠司
		(74) 代理人	100106781
			弁理士 藤井 稔也
		(74) 代理人	100113424
			弁理士 野口 信博
		(74) 代理人	100150898
			弁理士 祐成 篤哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 符号化装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像信号を符号化する符号化装置において、

上記画像信号の色差信号の解像度を示すクロマフォーマット信号が4:4:4フォーマットである場合に、8×8画素のブロックを縦横方向に並べた16×16画素ブロック単位で上記色差信号を画像内予測符号化する際の予測画像を生成する画像内予測手段と、

上記画像内予測手段によって生成された予測画像と原画像との差分信号に対して4×4画素ブロック単位で整数精度直交変換された4×4ブロックのDC成分のみを集めて4×4ブロックのクロマDCブロックを構成し、構成されたクロマDCブロックに対して直交変換のスケール値に応じて4×4ブロック単位で直交変換する変換手段と、

上記クロマDCブロックに対する直交変換のスケール値に応じて、上記変換手段により直交変換された上記クロマDCブロックの係数を量子化する際の量子化スケール値を計算し、計算された量子化スケール値を用いて、上記変換手段により直交変換されたクロマDCブロックの係数を量子化する量子化手段と

を備える符号化装置。

【請求項2】

上記変換手段は、上記差分信号に対して4×4画素ブロック単位で整数精度離散コサイン変換された4×4ブロックのDC成分のみを集めて4×4のクロマDCブロックを構成し、構成された4×4のクロマDCブロックに対して4×4ブロック単位で離散アダマール変換する請求項1記載の符号化装置。

## 【請求項 3】

上記 4 × 4 のクロマ DC ブロックの各係数を  $fdc_{4 \times 4}$  とした場合に、上記離散アダマール変換された各係数  $fdc'_{4 \times 4}$  は、

## 【数 1】

$$\begin{aligned}
 fdc'_{4 \times 4} &= T_4 \times fdc_{4 \times 4} \times T_4^T \\
 &= \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{4 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

10

ただし、

$$T_4 = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

で表される請求項 2 記載の符号化装置。

## 【請求項 4】

20

画像信号を符号化する符号化方法において、

上記画像信号の色差信号の解像度を示すクロマフォーマット信号が 4 : 4 : 4 フォーマットである場合に、8 × 8 画素のブロックを縦横方向に並べた 16 × 16 画素ブロック単位で上記色差信号を画像内予測符号化の際の予測画像を生成する画像内予測工程と、

上記画像内予測工程にて生成された予測画像と原画像との差分信号に対して 4 × 4 画素ブロック単位で整数精度直交変換された 4 × 4 ブロックの DC 成分のみを集めて 4 × 4 ブロックのクロマ DC ブロックを構成し、構成されたクロマ DC ブロックに対して直交変換のスケール値に応じて 4 × 4 ブロック単位で直交変換する変換工程と、

上記クロマ DC ブロックに対する直交変換のスケール値に応じて、上記変換工程により直交変換された上記クロマ DC ブロックの係数を量子化する際の量子化スケール値を計算し、計算された量子化スケール値を用いて、上記変換工程により直交変換されたクロマ DC ブロックの係数を量子化する量子化工程と

30

を有する符号化方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、MPEG (Moving Picture Experts Group)、H.26x 等のように、離散コサイン変換又はカルーネン・レーベ変換等の直交変換と動き予測・補償とによって圧縮された画像圧縮情報 (ビットストリーム) を、衛星放送、ケーブル TV 若しくはインターネット等のネットワークメディアを介して受信する際に、又は光ディスク、磁気ディスク若しくはフラッシュメモリ等の記憶メディア上で処理する際に用いられる画像情報の符号化装置及びその方法に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、画像情報をデジタルとして取り扱い、その際、効率の高い情報の伝送、蓄積を目的とし、画像情報特有の冗長性を利用して、離散コサイン変換等の直交変換と動き予測・補償とにより圧縮する MPEG などの方式に準拠した装置が、放送局などの情報配信、及び一般家庭における情報受信の双方において普及しつつある。

## 【0003】

特に、MPEG 2 (ISO/IEC 13818-2) は、汎用画像符号化方式として定義されており

50

、飛び越し走査画像及び順次走査画像の双方、並びに標準解像度画像及び高精細画像を網羅する標準で、プロフェッショナル用途及びコンシューマー用途の広範なアプリケーションに現在広く用いられている。MPEG2圧縮方式を用いることにより、例えば720×480画素を持つ標準解像度の飛び越し走査画像であれば4～8Mbps、1920×1088画素を持つ高解像度の飛び越し走査画像であれば18～22Mbpsの符号量(ビットレート)を割り当てることで、高い圧縮率と良好な画質の実現が可能である。

#### 【0004】

MPEG2は主として放送用に適合する高画質符号化を対象としていたが、MPEG1より低い符号量(ビットレート)、つまりより高い圧縮率の符号化方式には対応していなかった。しかし、携帯端末の普及により、今後そのような符号化方式のニーズは高まると  
10  
思われ、これに対応してMPEG4符号化方式の標準化が行われた。画像符号化方式に関しては、1998年12月にISO/IEC 14496-2としてその規格が国際標準に承認された。

#### 【0005】

さらに、近年、テレビ会議用の画像符号化を当初の目的として、H.264(ITU-T Q6/16 VCEG)という標準の規格化が進んでいる。H.264は、MPEG2やMPEG4といった従来の符号化方式に比べ、その符号化、復号により多くの演算量が要求されるものの、より高い符号化効率を実現されることが知られている。また、現在、MPEG4の活動の一環として、このH.264をベースに、H.264ではサポートされない機能をも取り入れ、より高い符号化効率を実現する標準化がJVT(Joint Video Team)によって  
20  
行われている。

#### 【0006】

ここで、離散コサイン変換又はカルーネン・レーベ変換等の直交変換と動き予測・補償とにより画像圧縮を実現する画像情報符号化装置の概略構成を図9に示す。図9に示すように、画像情報符号化装置100は、A/D(Analogue/Digital)変換部101と、画像並び替えバッファ102と、加算器103と、直交変換部104と、量子化部105と、可逆符号化部106と、蓄積バッファ107と、逆量子化部108と、逆直交変換部109と、加算器110と、フレームメモリ111と、動き予測・補償部112と、イントラ予測部113と、レート制御部114とにより構成されている。

#### 【0007】

図9において、A/D変換部101は、入力された画像信号をデジタル信号に変換する  
30  
。そして、画像並び替えバッファ102は、当該画像情報符号化装置100から出力される画像圧縮情報のGOP(Group of Pictures)構造に応じて、フレームの並べ替えを行う。ここで、画像並び替えバッファ102は、イントラ(画像内)符号化が行われる画像に関しては、フレーム全体の画像情報を直交変換部104に供給する。直交変換部104は、画像情報に対して離散コサイン変換又はカルーネン・レーベ変換等の直交変換を施し、変換係数を量子化部105に供給する。量子化部105は、直交変換部104から供給された変換係数に対して量子化処理を施す。

#### 【0008】

可逆符号化部106は、量子化された変換係数に対して可変長符号化、算術符号化等の可逆符号化を施し、符号化された変換係数を蓄積バッファ107に供給して蓄積させる。  
40  
この符号化された変換係数は、画像圧縮情報として出力される。

#### 【0009】

量子化部105の挙動は、レート制御部114によって制御される。また、量子化部105は、量子化後の変換係数を逆量子化部108に供給し、逆量子化部108は、その変換係数を逆量子化する。逆直交変換部109は、逆量子化された変換係数に対して逆直交変換処理を施して復号画像情報を生成し、その情報をフレームメモリ111に供給して蓄積させる。

#### 【0010】

一方、画像並び替えバッファ102は、インター(画像間)符号化が行われる画像に関しては、画像情報を動き予測・補償部112に供給する。動き予測・補償部112は、同  
50

時に参照される画像情報をフレームメモリ111より取り出し、動き予測・補償処理を施して参照画像情報を生成する。動き予測・補償部112は、この参照画像情報を加算器103に供給し、加算器103は、参照画像情報を当該画像情報との差分信号に変換する。また、動き補償・予測部112は、同時に動きベクトル情報を可逆符号化部106に供給する。

#### 【0011】

可逆符号化部106は、その動きベクトル情報に対して可変長符号化又は算術符号化等の可逆符号化処理を施し、画像圧縮情報のヘッダ部に挿入される情報を形成する。なお、その他の処理については、イントラ符号化を施される画像圧縮情報と同様であるため、説明を省略する。

10

#### 【0012】

ここで、上述したJVTで標準化が行われている符号化方式(以下、JVT Codecという。)では、イントラ符号化を行う際に、ブロック周辺の画素から予測画像を生成してその差分を符号化するというイントラ予測符号化が採用されている。すなわち、イントラ符号化が行われる画像に関しては、符号化する画素ブロックの近傍の既に符号化が終了した画素値から予測画像を生成し、その予測画像との差分が符号化される。逆量子化部108及び逆直交変換部109は、イントラ符号化された画素をそれぞれ逆量子化及び逆直交変換し、加算器110は、逆直交変換部109の出力と当該画素ブロックを符号化する際に使用された予測画像とを加算し、その加算値をフレームメモリ111に供給して蓄積させる。イントラ予測部113は、イントラ符号化される画素ブロックの場合には、既に符号化が終了しフレームメモリ111に蓄積されている近傍画素を読み出し、予測画像を生成する。このとき、予測画像の生成に用いたイントラ予測モードについても可逆符号化部106において可逆符号化処理を施し、画像圧縮情報に含めて出力する。

20

#### 【0013】

続いて、上述した画像情報符号化装置100に対応する画像情報復号装置の概略構成を図10に示す。図10に示すように、画像情報復号装置120は、蓄積バッファ121と、可逆復号部122と、逆量子化部123と、逆直交変換部124と、加算器125と、画像並び替えバッファ126と、D/A(Digital/Analogue)変換部127と、動き予測・補償部128と、フレームメモリ129と、イントラ予測部130とにより構成されている。

30

#### 【0014】

図10において、蓄積バッファ121は、入力された画像圧縮情報を一時的に格納した後、可逆復号部122に転送する。可逆復号部122は、定められた画像圧縮情報のフォーマットに基づき、画像圧縮情報に対して可変長復号又は算術復号等の処理を施し、量子化された変換係数を逆量子化部123に供給する。また、可逆復号部122は、当該フレームがインター符号化されたものである場合には、画像圧縮情報のヘッダ部に格納された動きベクトル情報についても復号し、その情報を動き予測・補償部128に供給する。

#### 【0015】

逆量子化部123は、可逆復号部122から供給された量子化後の変換係数を逆量子化し、変換係数を逆直交変換部124に供給する。逆直交変換部124は、定められた画像圧縮情報のフォーマットに基づき、変換係数に対して逆離散コサイン変換又は逆カルーネン・レーベ変換等の逆直交変換を施す。

40

#### 【0016】

ここで、当該フレームがイントラ符号化されたものである場合には、逆直交変換処理が施された画像情報は、画像並び替えバッファ126に格納され、D/A変換部127におけるD/A変換処理の後に出力される。

#### 【0017】

一方、当該フレームがインター符号化されたものである場合には、動き予測・補償部128は、可逆復号処理が施された動きベクトル情報とフレームメモリ129に格納された画像情報とに基づいて参照画像を生成し、加算器125に供給する。加算器125は、こ

50

の参照画像と逆直交変換部 124 の出力とを合成する。なお、その他の処理については、イントラ符号化されたフレームと同様であるため、説明を省略する。

【0018】

なお、JVT Codecではイントラ予測符号化が採用されているため、当該フレームがイントラ符号化されたものである場合には、イントラ予測部 130 は、フレームメモリ 129 から画像を読みだし、可逆復号部 122 において可逆復号処理が施されたイントラ予測モードに従って予測画像を生成する。加算器 125 は、逆直交変換部 124 の出力とこの予測画像とを加算する。

【0019】

以上説明した画像情報符号化装置 100 及び画像情報復号装置 120 については、例えば下記特許文献 1、2 等に記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0020】

【特許文献 1】特開 2001 - 199818 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 20953 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0021】

ところで、JVT Codec (H.264 | MPEG-4 AVC) では、上述したように、イントラ符号化を行う際に、ブロックの周辺の画素から予測画像を生成してその差分を符号化するというイントラ予測符号化が採用されている。

【0022】

ここで、輝度成分に関しては、4 × 4 画素ブロック単位に予測を行うイントラ 4 × 4 予測モードと 16 × 16 画素ブロック (マクロブロック) 単位で予測を行うイントラ 16 × 16 予測モードとの 2 つの予測方式が用いられている。

【0023】

一方、色差成分に関しては、Cb, Cr それぞれの 8 × 8 ブロック単位で予測を行う。この予測符号化の方法は、イントラ 16 × 16 予測モードと同様であり、当該予測モードを 8 × 8 ブロック単位に変更したものである。色差のイントラ予測符号化における予測モードを図 11 に示す。図 11 に示すように、JVT Codecでは、

(a) Vertical mode (mode=0)

(b) Horizontal mode (mode=1)

(c) DC mode (mode=2)

(d) Plane Prediction mode (mode=3)

の 4 つの予測モードが定義されており、最も予測残差の少ない予測モードに従って予測画像が生成される。以下、この 4 つの予測モードにおける予測画像の生成手法について説明する。

【0024】

(a) Vertical mode (mode=0)

Vertical mode においては、色差ブロックの隣接する上側のブロックの画素 (4 : 2 : 0 フォーマットの場合、上のマクロブロック) をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差ブロックの予測画像  $pred_c$  は、隣接する上側のブロックの画素を  $p[x, -1]$  とすると、以下の式 (1) のように表される。なお、このモードは隣接する上側のブロックが存在する場合にのみ用いることが可能である。

【0025】

10

20

30

40

【数 1】

$$pred_c[x, y] = p[x, -1] \quad (x, y = 0..7) \quad \dots(1)$$

【0026】

(b) Horizontal mode (mode=1)

Horizontal mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素 (4:2:0 フォーマットの場合、左のマクロブロック) をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差ブロックの予測画像  $pred_c$  は、隣接する左側のブロックの画素を  $p[-1, y]$  とすると、以下の式 (2) のように表される。なお、このモードは隣接する左側のブロックが存在する場合のみ用いることが可能である。

10

【0027】

【数 2】

$$pred_c[x, y] = p[-1, y] \quad (x, y = 0..7) \quad \dots(2)$$

【0028】

(c) DC mode (mode=2)

DC mode においては、色差ブロックの隣接する上側及び左側のブロックの画素を用いてその平均値を予測画像とする。但し、隣接する画素が存在しない場合には、値 128 が予測信号として用いられる。

20

【0029】

すなわち、 $x, y = 0..3$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x, y = 0..3$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在し、画素  $p[-1, y]$  が存在しない場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  が存在せず、画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(iv) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の 4 つの場合において、それぞれ以下の式 (3) ~ (6) に従って生成される。

30

【0030】

【数 3】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + \sum_{y'=0}^3 p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots(3)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots(4)$$

40

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=0}^3 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots(5)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 0..3) \quad \dots(6)$$

50

## 【 0 0 3 1 】

同様に、 $x = 4..7$ 、 $y = 0..3$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x = 4..7$ 、 $y = 0..3$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[x, -1]$  が存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在せず、画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(7) ~ (9)に従って生成される。

## 【 0 0 3 2 】

## 【数4】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 0..3) \quad \dots(7)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=0}^3 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 0..3) \quad \dots(8)$$

$$pred_c = 128 \quad (x = 4..7, y = 0..3) \quad \dots(9)$$

10

20

## 【 0 0 3 3 】

同様に、 $x = 0..3$ 、 $y = 4..7$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x = 0..3$ 、 $y = 4..7$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在し、画素  $p[-1, y]$  が存在しない場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(10) ~ (12)に従って生成される。

## 【 0 0 3 4 】

## 【数5】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots(10)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots(11)$$

$$pred_c = 128 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots(12)$$

30

40

## 【 0 0 3 5 】

同様に、 $x, y = 4..7$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x, y = 4..7$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在し、画素  $p[-1, y]$  が存在しない場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  が存在せず、画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(iv) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(13) ~ (16)に従って生成される。

50

【 0 0 3 6 】

【 数 6 】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + \sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots(13)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots(14)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots(15)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots(16)$$

10

【 0 0 3 7 】

(d) Plane Prediction mode (mode=3)

Plane Prediction mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素 ( 4 : 2 : 0 フォーマットの場合、左のマクロブロック ) と上側のブロックの画素から予測画像を平面近似して当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差の予測画像  $pred_c$  は、隣接する左側のブロックの画素を  $p[-1, y]$ 、上側のブロックを  $p[x, -1]$  とすると、以下の式 ( 17 ) のように表される。ここで、式 ( 17 ) における  $Clip1$  は、0 から 255 の範囲にクリッピングすることを示す。

20

【 0 0 3 8 】

【 数 7 】

$$pred_c[x, y] = Clip1((a + b \times (x - 3) + c \times (y - 3) + 16) \gg 5) \quad (x, y = 0..7) \quad \dots(17)$$

ただし、

30

$$\left\{ \begin{array}{l} a = 16 \times (p[-1, 7] + p[7, -1]) \\ b = (17 \times H + 16) \gg 5 \\ c = (17 \times V + 16) \gg 5 \\ H = \sum_{x'=0}^3 (x'+1) \times (p[4+x', -1] - p[2-x', -1]) \\ V = \sum_{y'=0}^3 (y'+1) \times (p[-1, 4+y'] - p[-1, 2-y']) \end{array} \right.$$

40

【 0 0 3 9 】

以上のように、4つの予測モードの何れかによって色差成分のイントラ予測を行って予測画像を生成した後、加算器 103 において現在の画素ブロックとこの予測画像との差分信号が生成される。直交変換部 104 は、この  $8 \times 8$  ブロックの差分信号に対して  $4 \times 4$  画素ブロック単位で  $4 \times 4$  整数変換を適用する。現在の画素ブロックから予測画像を引いた差分信号を  $F_{4 \times 4}$  とすると、 $4 \times 4$  整数変換は、以下の式 ( 18 ) のように表される。

【 0 0 4 0 】

50

## 【数 8】

$$f_{4 \times 4} = T_{4 \times 4} \times F_{4 \times 4} \times T_{4 \times 4}^T \quad \dots(18)$$

ただし、

$$T_{4 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

10

## 【0041】

さらにJVT Codecでは、 $4 \times 4$  整数変換した後、図 12 に示すように、 $8 \times 8$  ブロック中の4つの $4 \times 4$  ブロックの(0, 0) 係数(DC 係数)を集めて $2 \times 2$  ブロックを構成し、この $2 \times 2$  ブロックに対して $2 \times 2$  アダマール変換を適応する。これは、色差で用いられているイントラ予測の効率がそれ程高くなく、隣り合う $4 \times 4$  ブロック間の(0, 0) 係数の間にまだ相関が残っているためである。この相関を利用してより符号化効率を高めるため、 $4 \times 4$  ブロックの(0, 0) 係数のみを集めて $2 \times 2$  ブロックを構成し、 $2 \times 2$  アダマール変換を適用する。 $2 \times 2$  のクロマDCブロックを $fdc_{2 \times 2}$  とすると、 $2 \times 2$  アダマール変換後のクロマDCブロック $fdc'_{2 \times 2}$  は、以下の式(19)のように表される。

20

## 【0042】

## 【数 9】

$$fdc'_{2 \times 2} = T_{2 \times 2} \times fdc_{2 \times 2} \times T_{2 \times 2}^T \quad \dots(19)$$

ただし、

$$T_{2 \times 2} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

30

## 【0043】

整数変換の後、各係数は量子化される。輝度の量子化係数を求めるためのパラメータを $QP_y$  とすると、色差の量子化係数を求めるためのパラメータ $QP_c$  は、以下のようにして算出される。

## 【0044】

すなわち、まず画像圧縮情報中に符号化される $QP_y$  (0 から 51 の値をとる) 及び色差の量子化係数のオフセット値 $chroma\_qp\_offset$ を用いて、下記の式(20)に従ってパラメータ $QP_i$  を計算する。但し、 $QP_i$  は0 から 51 の範囲にクリッピングされる。

## 【0045】

## 【数 10】

$$QP_i = QP_y + chroma\_qp\_offset \quad \dots(20)$$

40

## 【0046】

そして、この $QP_i$  を用いて以下の表 1 に示すテーブルから色差のパラメータ $QP_c$  を求める。

## 【0047】

【表 1】

QP <sub>i</sub>	<30	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	
QP <sub>e</sub>	=QP <sub>i</sub>	29	30	31	32	32	33	34	34	35	35	36	36	37	37	37	38	38	38	38	39	39	39	39

10

20

30

【 0 0 4 8 】

ここで、量子化前の各 A C 係数の値を f とし、量子化後の各 A C 係数の値を f ' とすると、量子化後の係数の値は以下の式 ( 2 1 ) で表される。

40

【 0 0 4 9 】

## 【数 1 1】

$$f'[i,j] = (f[i,j] \times Q(QP_c \% 6, i, j) + r) \gg (15 + QP_c / 6) \quad (i, j = 0..3) \quad \dots(21)$$

ただし、

$$\left\{ \begin{array}{l} Q(QP_c \% 6, i, j) = \text{quantMat}[QP_c \% 6][0], (i, j) \in \{(0,0), (0,2), (2,0), (2,2)\} \\ \quad = \text{quantMat}[QP_c \% 6][1], (i, j) \in \{(1,1), (1,3), (3,1), (3,3)\} \\ \quad = \text{quantMat}[QP_c \% 6][2], \text{otherwise} \\ \text{quantMat}[6][3] = \begin{bmatrix} 13107 & 5243 & 8224 \\ 11651 & 4660 & 7358 \\ 10486 & 4143 & 6554 \\ 9198 & 3687 & 5825 \\ 8322 & 3290 & 5243 \\ 7384 & 2943 & 4660 \end{bmatrix} \end{array} \right. \quad 10$$

## 【0 0 5 0】

一方、量子化前の各 D C 係数の値を f dc とし、量子化後の各 D C 係数の値を f dc ' とすると、量子化後の係数の値は以下の式 ( 2 2 ) で表される。なお、式 ( 2 2 ) における r は、丸め処理のための定数である。 20

## 【0 0 5 1】

## 【数 1 2】

$$f dc'[i,j] = (f dc[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0) + r) \gg (16 + QP_c / 6) \quad (i, j = 0..1) \quad \dots(22)$$

## 【0 0 5 2】

また、A C 係数の逆量子化は、逆量子化後の A C 係数を f " とすると、以下の式 ( 2 3 ) で表される。 30

## 【0 0 5 3】

## 【数 1 3】

$$f''[i,j] = (f'[i,j] \times IQ(QP_c \% 6, i, j) + r) \ll (QP_c / 6) \quad (i, j = 0..3) \quad \dots(23)$$

ただし、

$$\left\{ \begin{array}{l} IQ(QP_c \% 6, i, j) = \text{iquantMat}[QP_c \% 6][0], (i, j) \in \{(0,0), (0,2), (2,0), (2,2)\} \\ \quad = \text{iquantMat}[QP_c \% 6][1], (i, j) \in \{(1,1), (1,3), (3,1), (3,3)\} \\ \quad = \text{iquantMat}[QP_c \% 6][2], \text{otherwise} \\ \text{iquantMat}[6][3] = \begin{bmatrix} 10 & 16 & 13 \\ 11 & 18 & 14 \\ 13 & 20 & 16 \\ 14 & 23 & 18 \\ 16 & 25 & 20 \\ 18 & 29 & 23 \end{bmatrix} \end{array} \right. \quad 40$$

## 【0 0 5 4】

一方、D C 係数の逆量子化は、逆量子化後の D C 係数を f dc " とすると、QP<sub>c</sub> が 6 以 50

上である場合には、以下の式(24)で表され、 $QP_c$ が6未満である場合には、以下の式(25)で表される。

【0055】

【数14】

$$fdc''[i,j] = (fdc'[i,j] \times IQ(QP_c \% 6, i, j)) \ll (QP_c / 6 - 1) \quad (i, j = 0..3) \quad \dots(24)$$

$$fdc''[i,j] = (fdc'[i,j] \times IQ(QP_c \% 6, i, j)) \gg 1 \quad (i, j = 0..3)$$

⋯(25)

10

【0056】

以上のようにして、JVT Codecではイントラ予測符号化が行われているが、上記手法を用いても、色差のイントラ予測符号化はブロックサイズが小さいため、輝度と比べると符号化効率がよくないという問題があった。

【0057】

また、上記手法は、4:2:0フォーマット、YCbCr色空間のみにしか対応しておらず、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット、RGB色空間、XYZ色空間等の場合には符号化することができないという問題があった。

20

【0058】

本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット、RGB色空間、XYZ色空間等の画像であっても、より効率よく符号化することを可能にする画像情報の符号化装置及びその方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0059】

上述した目的を達成するために、本発明に係る符号化装置は、画像信号を符号化する符号化装置において、上記画像信号の色差信号の解像度を示すクロマフォーマット信号が4:4:4フォーマットである場合に、8×8画素のブロックを縦横方向に並べた16×16画素ブロック単位で上記色差信号を画像内予測符号化する際の予測画像を生成する画像内予測手段と、上記画像内予測手段によって生成された予測画像と原画像との差分信号に対して4×4画素ブロック単位で整数精度直交変換された4×4ブロックのDC成分のみを集めて4×4ブロックのクロマDCブロックを構成し、構成されたクロマDCブロックに対して直交変換のスケール値に応じて4×4ブロック単位で直交変換する変換手段と、上記クロマDCブロックに対する直交変換のスケール値に応じて、上記変換手段により直交変換された上記クロマDCブロックの係数を量子化する際の量子化スケール値を計算し、計算された量子化スケール値を用いて、上記変換手段により直交変換されたクロマDCブロックの係数を量子化する量子化手段とを備える。

30

【0060】

また、上述した目的を達成するために、本発明に係る符号化方法は、画像信号を符号化する符号化方法において、上記画像信号の色差信号の解像度を示すクロマフォーマット信号が4:4:4フォーマットである場合に、8×8画素のブロックを縦横方向に並べた16×16画素ブロック単位で上記色差信号を画像内予測符号化する際の予測画像を生成する画像内予測工程と、上記画像内予測工程にて生成された予測画像と原画像との差分信号に対して4×4画素ブロック単位で整数精度直交変換された4×4ブロックのDC成分のみを集めて4×4ブロックのクロマDCブロックを構成し、構成されたクロマDCブロックに対して直交変換のスケール値に応じて4×4ブロック単位で直交変換する変換工程と、上記クロマDCブロックに対する直交変換のスケール値に応じて、上記変換工程により直交変換された上記クロマDCブロックの係数を量子化する際の量子化スケール値を計算

40

50

し、計算された量子化スケール値を用いて、上記変換工程により直交変換されたクロマD Cブロックの係数を量子化する量子化工程とを有する。

【0061】

このような画像情報符号化装置及びその方法では、入力画像信号を画像内予測符号化する際に、色成分の解像度が例えば4：2：0フォーマット、4：2：2フォーマット、4：4：4フォーマット等の何れであることを示すクロマフォーマット信号、及び色空間が例えばYCbCr、RGB、XYZ等の何れであることを示す色空間信号に基づいて、予測画像を生成する際のブロックサイズを適応的に変更する。さらに、この画像情報符号化装置及びその方法では、量子化された変換係数と共に、上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号を符号化する。

10

【0062】

また、上述した目的を達成するために、本発明に係る画像情報復号装置は、入力画像信号をブロック化し、該ブロック単位で直交変換を施して量子化された画像圧縮情報を逆量子化し、逆直交変換を施して復号する画像情報復号装置において、量子化され符号化された変換係数と、色信号の解像度を示すクロマフォーマット信号及び色空間を示す色空間信号とを復号する復号手段と、上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号に応じて逆量子化手法を適応的に変更し、上記復号手段によって復号された上記変換係数を逆量子化する逆量子化手段と、上記逆量子化されたブロックを整数変換する逆変換手段と、上記逆変換手段からの出力信号を用いて、上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号に応じたブロックサイズで、色信号を画像内予測復号する際の予測画像を生成する画像内予測手段とを備える。

20

【0063】

また、上述した目的を達成するために、本発明に係る画像情報復号方法は、入力画像信号をブロック化し、該ブロック単位で直交変換を施して量子化された画像圧縮情報を逆量子化し、逆直交変換を施して復号する画像情報復号方法において、量子化され符号化された変換係数と、色信号の解像度を示すクロマフォーマット信号及び色空間を示す色空間信号とを復号する復号工程と、上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号に応じて逆量子化手法を適応的に変更し、上記復号工程にて復号された上記変換係数を逆量子化する逆量子化工程と、上記逆量子化されたブロックを整数変換する逆変換工程と、上記逆変換工程の出力信号を用いて、上記クロマフォーマット信号及び上記色空間信号に応じたブロックサイズで、色信号を画像内予測復号する際の予測画像を生成する画像内予測工程とを有する。

30

【0064】

このような画像情報復号装置及びその方法では、色成分の解像度が例えば4：2：0フォーマット、4：2：2フォーマット、4：4：4フォーマット等の何れであることを示すクロマフォーマット信号、及び色空間が例えばYCbCr、RGB、XYZ等の何れであることを示す色空間信号を復号し、このクロマフォーマット信号及び色空間信号に応じたブロックサイズで、色信号を画像内予測復号する際の予測画像を生成する。

【発明の効果】

【0065】

本発明に係る画像情報符号化装置及びその方法、並びに画像情報復号装置及びその方法によれば、4：2：0フォーマット、YCbCr色空間の場合のみならず、4：2：2フォーマット、4：4：4フォーマット、RGB色空間、XYZ色空間等の場合にも、画像内予測によって、効率よく符号化、復号することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】本実施の形態における画像情報符号化装置の概略構成を説明する図である。

【図2】同画像情報符号化装置におけるイントラ予測部の構成の一例を示す図である。

【図3】同画像情報符号化装置における直交変換部の構成の一例を示す図である。

【図4】縦方向に連続する2つの8×8ブロック中の8つの4×4ブロックのDC係数を

50

集めて2×4ブロックを構成する様子を示す図である。

【図5】同画像情報符号化装置における量子化部の構成の一例を示す図である。

【図6】同画像情報符号化装置における逆量子化部の構成の一例を示す図である。

【図7】同画像情報符号化装置における逆直交変換部の構成の一例を示す図である。

【図8】本実施の形態における画像情報復号装置の概略構成を説明する図である。

【図9】離散コサイン変換又はカルーネン・レーベ変換等の直交変換と動き予測・補償とにより画像圧縮を実現する従来の画像情報符号化装置の概略構成を説明する図である。

【図10】同画像情報符号化装置に対応する従来の画像情報復号装置の概略構成を説明する図である。

【図11】JVT Codecにおける4つのイントラ予測モードを説明する図である。

10

【図12】8×8ブロック中の4つの4×4ブロックのDC係数を集めて2×2ブロックを構成する様子を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0067】

以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明するが、本発明はこの実施の形態のみ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変更が可能であることは勿論である。

【0068】

(1) 画像情報符号化装置の構成及び動作

先ず、本実施の形態における画像情報符号化装置の概略構成を図1に示す。図1に示すように、画像情報符号化装置10は、A/D(Analogue/Digital)変換部11と、画像並び替えバッファ12と、加算器13と、直交変換部14と、量子化部15と、可逆符号化部16と、蓄積バッファ17と、逆量子化部18と、逆直交変換部19と、加算器20と、フレームメモリ21と、動き予測・補償部22と、イントラ予測部23と、レート制御部24とにより構成されている。

20

【0069】

図1において、A/D変換部11は、入力された画像信号をデジタル信号に変換する。そして、画像並び替えバッファ12は、当該画像情報符号化装置10から出力される画像圧縮情報のGOP(Group of Pictures)構造に応じて、フレームの並べ替えを行う。ここで、画像並び替えバッファ12は、イントラ(画像内)符号化が行われる画像に関しては、フレーム全体の画像情報を直交変換部14に供給する。直交変換部14は、画像情報に対して離散コサイン変換又はカルーネン・レーベ変換等の直交変換を施し、変換係数を量子化部15に供給する。量子化部15は、直交変換部14から供給された変換係数に対して量子化処理を施す。

30

【0070】

可逆符号化部16は、量子化された変換係数に対して可変長符号化、算術符号化等の可逆符号化を施し、符号化された変換係数を蓄積バッファ17に供給して蓄積させる。この符号化された変換係数は、画像圧縮情報として出力される。

【0071】

量子化部15の挙動は、レート制御部24によって制御される。また、量子化部15は、量子化後の変換係数を逆量子化部18に供給し、逆量子化部18は、その変換係数を逆量子化する。逆直交変換部19は、逆量子化された変換係数に対して逆直交変換処理を施して復号画像情報を生成し、その情報をフレームメモリ21に供給して蓄積させる。

40

【0072】

一方、画像並び替えバッファ12は、インター(画像間)符号化が行われる画像に関しては、画像情報を動き予測・補償部22に供給する。動き予測・補償部22は、同時に参照される画像情報をフレームメモリ21より取り出し、動き予測・補償処理を施して参照画像情報を生成する。動き予測・補償部22は、この参照画像情報を加算器13に供給し、加算器13は、参照画像情報を当該画像情報との差分信号に変換する。また、動き補償・予測部22は、同時に動きベクトル情報を可逆符号化部16に供給する。

50

## 【 0 0 7 3 】

可逆符号化部 1 6 は、その動きベクトル情報に対して可変長符号化又は算術符号化等の可逆符号化処理を施し、画像圧縮情報のヘッダ部に挿入される情報を形成する。なお、その他の処理については、イントラ符号化を施される画像圧縮情報と同様であるため、説明を省略する。

## 【 0 0 7 4 】

ここで、上述した JVT Codec では、イントラ符号化を行う際に、ブロック周辺の画素から予測画像を生成してその差分を符号化するというイントラ予測符号化が採用されている。すなわち、イントラ符号化が行われる画像（Iピクチャ、Iスライス、イントラマクロブロックなど）に関しては、符号化する画素ブロックの近傍の既に符号化が終了した画素値から予測画像を生成し、その予測画像との差分が符号化される。逆量子化部 1 8 及び逆直交変換部 1 9 は、イントラ符号化された画素をそれぞれ逆量子化及び逆直交変換し、加算器 2 0 は、逆直交変換部 1 9 の出力と当該画素ブロックを符号化する際に使用された予測画像とを加算し、その加算値をフレームメモリ 2 1 に供給して蓄積させる。イントラ予測部 2 3 は、イントラ符号化される画素ブロックの場合には、既に符号化が終了しフレームメモリ 2 1 に蓄積されている近傍画素を読み出し、予測画像を生成する。このとき、予測画像の生成に用いたイントラ予測モードについても可逆符号化部 1 6 において可逆符号化処理を施し、画像圧縮情報に含めて出力する。

## 【 0 0 7 5 】

( 2 ) 画像情報符号化装置における本発明の適用部分

( 2 - 1 ) イントラ予測部

イントラ予測部 2 3 の構成の一例を図 2 に示す。イントラ予測部 2 3 は、色成分の解像度が 4 : 2 : 0 フォーマット、4 : 2 : 2 フォーマット、4 : 4 : 4 フォーマット等の何れであるかを示すクロマフォーマット信号、及び色空間が Y C b C r、R G B、X Y Z 等の何れであるかを示す色空間信号に基づいて、予測の手法を切り替える。なお、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、予め外部のユーザ等によって設定され、画像情報符号化装置 1 0 に供給される。

## 【 0 0 7 6 】

図 2 に示すイントラ予測部 2 3 において、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、スイッチ 3 0、3 2 に供給される。スイッチ 3 0、3 2 では、クロマフォーマット信号及び色空間信号に基づき、イントラ予測器 3 1 a、3 1 b、3 1 c の何れかを選択し、フレームメモリ 2 1 から読み出した画像信号を選択したイントラ予測器に供給し、選択したイントラ予測器からの予測画像を出力する。スイッチ 3 0、3 2 は、同一のイントラ予測器を選択する。なお、この図 2 では、3 種類のイントラ予測器 3 1 a、3 1 b、3 1 c の何れかを選択するものとして説明するが、このイントラ予測器の数、すなわち予測の方式の数は、任意に設定することができる。

## 【 0 0 7 7 】

( 2 - 1 - 1 )

まず、イントラ予測器 3 1 a の動作を説明する。このイントラ予測器 3 1 a では、クロマフォーマット信号が 4 : 2 : 0 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r を示す画像信号に対し、8 × 8 ブロックを単位として予測を行う。なお、イントラ予測器 3 1 a の動作は、前述した従来例と同様であるため、詳細な説明を省略する。

## 【 0 0 7 8 】

( 2 - 1 - 2 )

次に、イントラ予測器 3 1 b の動作を説明する。イントラ予測器 3 1 b においてもイントラ色差予測モードには、Vertical mode、Horizontal mode、DC mode、Plane prediction mode の 4 つの予測モードが存在する。このイントラ予測器 3 1 b では、クロマフォーマット信号が 4 : 2 : 2 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r を示す画像信号に対し、マクロブロック中の連続する縦方向の 2 つの 8 × 8 ブロックをまとめて 8 × 1 6 ブロックを構成し、この 8 × 1 6 ブロックを単位として予測を行う。以下、このイントラ予

測器 3 1 b における、4つの予測モードのそれぞれに従った予測画像の生成手法について説明する。

【 0 0 7 9 】

(a) Vertical mode (mode=0)

Vertical mode においては、色差ブロックの隣接する上側のブロックの画素をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差の予測画像  $pred_c$  は、隣接する上側のブロックの画素を  $p[x, -1]$  とすると、以下の式 (26) のように表される。なお、このモードは隣接する上側のブロックが存在する場合にのみ用いることが可能である。

【 0 0 8 0 】

【 数 1 5 】

$$pred_c[x, y] = p[x, -1] \quad (x = 0..7, y = 0..15) \quad \dots(26)$$

10

【 0 0 8 1 】

(b) Horizontal mode (mode=1)

Horizontal mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差ブロックの予測画像  $pred_c$  は、隣接する左側のブロックの画素を  $p[-1, y]$  とすると、以下の式 (27) のように表される。なお、このモードは隣接する左側のブロックが存在する場合のみ用いることが可能である。

【 0 0 8 2 】

【 数 1 6 】

$$pred_c[x, y] = p[-1, y] \quad (x = 0..7, y = 0..15) \quad \dots(27)$$

20

【 0 0 8 3 】

(c) DC mode (mode=2)

DC mode においては、色差ブロックの隣接する上側及び左側のブロックの画素を用いてその平均値を予測画像とする。但し、隣接する画素が存在しない場合には、値 1 2 8 が予測信号として用いられる。

【 0 0 8 4 】

すなわち、 $x, y = 0..3$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x, y = 0..3$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在し、画素  $p[-1, y]$  が存在しない場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  が存在せず、画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(iv) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式 (28) ~ (31) に従って生成される。

【 0 0 8 5 】

30

40

## 【数 17】

$$pred_c[x,y]=\left(\sum_{x'=0}^3 p[x',-1]+\sum_{y'=0}^3 p[-1,y']\right)+4 \gg 3 \quad (x,y=0..3) \quad \dots(28)$$

$$pred_c[x,y]=\left(\sum_{x'=0}^3 p[x',-1]+2\right) \gg 2 \quad (x,y=0..3) \quad \dots(29)$$

$$pred_c[x,y]=\left(\sum_{y'=0}^3 p[-1,y']\right)+2 \gg 2 \quad (x,y=0..3) \quad \dots(30)$$

$$pred_c[x,y]=128 \quad (x,y=0..3) \quad \dots(31)$$

10

## 【0086】

同様に、 $x = 4..7$ 、 $y = 0..3$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x = 4..7$ 、 $y = 0..3$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[x, -1]$  が存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在せず、画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(32) ~ (34) に従って生成される。

20

## 【0087】

## 【数 18】

$$pred_c[x,y]=\left(\sum_{x'=4}^7 p[x',-1]+2\right) \gg 2 \quad (x=4..7,y=0..3) \quad \dots(32)$$

30

$$pred_c[x,y]=\left(\sum_{y'=0}^3 p[-1,y']\right)+2 \gg 2 \quad (x=4..7,y=0..3) \quad \dots(33)$$

$$pred_c[x,y]=128 \quad (x=4..7,y=0..3) \quad \dots(34)$$

## 【0088】

同様に、 $x = 0..3$ 、 $y = 4..7$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x = 0..3$ 、 $y = 4..7$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在し、画素  $p[-1, y]$  が存在しない場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(35) ~ (37) に従って生成される。

40

## 【0089】

## 【数 1 9】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots(35)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots(36)$$

$$pred_c = 128 \quad (x = 0..3, y = 4..7) \quad \dots(37)$$

10

## 【0 0 9 0】

同様に、 $x, y = 4..7$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x, y = 4..7$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在し、画素  $p[-1, y]$  が存在しない場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  が存在せず、画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(iv) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(38) ~ (41)に従って生成される。

20

## 【0 0 9 1】

## 【数 2 0】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + \sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots(38)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots(39)$$

30

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=4}^7 p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots(40)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 4..7) \quad \dots(41)$$

## 【0 0 9 2】

同様に、 $x = 0..3, y = 8..11$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x = 0..3, y = 8..11$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在し、画素  $p[-1, y]$  が存在しない場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(42) ~ (44)に従って生成される。

40

## 【0 0 9 3】

## 【数 2 1】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=8}^{11} p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 8..11) \quad \dots(42)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 8..11) \quad \dots(43)$$

$$pred_c = 128 \quad (x = 0..3, y = 8..11) \quad \dots(44)$$

10

## 【0094】

同様に、 $x = 4..7$ 、 $y = 8..11$ の場合、予測画像 $pred_c[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x = 4..7$ 、 $y = 8..11$ )を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ が存在せず、画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(iv)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(45)～(48)に従って生成される。

20

## 【0095】

## 【数 2 2】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + \sum_{y'=8}^{11} p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x = 4..7, y = 8..11) \quad \dots(45)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 8..11) \quad \dots(46)$$

30

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=8}^{11} p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 8..11) \quad \dots(47)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x = 4..7, y = 8..11) \quad \dots(48)$$

## 【0096】

同様に、 $x = 0..3$ 、 $y = 12..15$ の場合、予測画像 $pred_c[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x = 0..3$ 、 $y = 12..15$ )を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式(49)～(51)に従って生成される。

40

## 【0097】

## 【数 2 3】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=12}^{15} p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 12..15) \quad \dots(49)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^3 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 0..3, y = 12..15) \quad \dots(50)$$

$$pred_c = 128 \quad (x = 0..3, y = 12..15) \quad \dots(51)$$

10

## 【0 0 9 8】

同様に、 $x = 4..7$ 、 $y = 12..15$ の場合、予測画像 $pred_c[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x = 4..7$ 、 $y = 12..15$ )を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ が存在せず、画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(iv)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(52)~(55)に従って生成される。

20

## 【0 0 9 9】

## 【数 2 4】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + \sum_{y'=12}^{15} p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x = 4..7, y = 12..15) \quad \dots(52)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=4}^7 p[x', -1] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 12..15) \quad \dots(53)$$

30

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=12}^{15} p[-1, y'] + 2 \right) \gg 2 \quad (x = 4..7, y = 12..15) \quad \dots(54)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x = 4..7, y = 12..15) \quad \dots(55)$$

## 【0 1 0 0】

ここで、上述した予測方法では、単純に上側のブロックの8画素と左側のブロックの16画素との平均値を予測画像としているため、24での割り算を行う必要があり、演算量が多くなるという問題がある。そこで、以下のように予測方法を変形し、16(=2<sup>4</sup>)での割り算を行うようにすることで、演算量を削減することができる。

40

## 【0 1 0 1】

すなわち、 $x, y = 0..7$ の場合、予測画像 $pred_c[x, y]$ は、隣接する上側の画素 $p[x, -1]$ 及び左側の画素 $p[-1, y]$ (但し、 $x, y = 0..7$ )を用いて生成される。より詳しくは、(i)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在する場合、(ii)画素 $p[x, -1]$ が存在し、画素 $p[-1, y]$ が存在しない場合、(iii)画素 $p[x, -1]$ が存在せず、画素 $p[-1, y]$ が存在する場合、(iv)画素 $p[x, -1]$ 及び画素 $p[-1, y]$ が共に存在しない場合、の4つの場合において、それぞれ以下の式(56)

50

~ ( 5 9 ) に従って生成される。

【 0 1 0 2 】

【数 2 5 】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^7 p[x', -1] + \sum_{y'=0}^7 p[-1, y'] + 8 \right) \gg 4 \quad (x, y = 0..7) \quad \dots(56)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^7 p[x', -1] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 0..7) \quad \dots(57)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=0}^7 p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x, y = 0..7) \quad \dots(58)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 0..7) \quad \dots(59)$$

【 0 1 0 3 】

同様に、 $x = 0..7$ 、 $y = 8..15$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x = 0..7$ 、 $y = 8..15$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在し、画素  $p[-1, y]$  が存在しない場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の3つの場合において、それぞれ以下の式 (60) ~ (62) に従って生成される。

【 0 1 0 4 】

【数 2 6 】

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=8}^{15} p[-1, y'] + 4 \right) \gg 3 \quad (x = 0..7, y = 8..15) \quad \dots(60)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^7 p[x', -1] + 4 \right) \gg 3 \quad (x = 0..7, y = 8..15) \quad \dots(61)$$

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x = 0..7, y = 8..15) \quad \dots(62)$$

【 0 1 0 5 】

(d) Plane Prediction mode (mode=3)

Plane Prediction mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素と上側のブロックの画素から予測画像を平面近似して当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差の予測画像  $pred_c$  は、隣接する左側のブロックの画素を  $p[-1, y]$ 、上側のブロックを  $p[x, -1]$  とすると、以下の式 (63) のように表される。ここで、式 (63) における Clip1 は、0 から 255 の範囲にクリッピングすることを示す。

【 0 1 0 6 】

10

20

30

40

## 【数 2 7】

$$pred_c[x, y] = Clipl((a + b \times (x - 3) + c \times (y - 7) + 16) \gg 5) \quad (x = 0..7, y = 0..15)$$

ただし、

…(63)

$$\begin{cases} a = 16 \times (p[-1, 15] + p[7, -1]) \\ b = (17 \times H + 16) \gg 5 \\ c = (5 \times V + 32) \gg 6 \\ H = \sum_{x'=0}^3 (x'+1) \times (p[4+x', -1] - p[2-x', -1]) \\ V = \sum_{y'=0}^7 (y'+1) \times (p[-1, 8+y'] - p[-1, 6-y']) \end{cases}$$

10

## 【0 1 0 7】

( 2 - 1 - 3 )

続いて、イントラ予測器 3 1 c の動作を説明する。イントラ予測器 3 1 c においてもイントラ色差予測モードには、Vertical mode、Horizontal mode、DC mode、Plane prediction mode の 4 つの予測モードが存在する。このイントラ予測器 3 1 c では、クロマフォーマット信号が 4 : 4 : 4 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r、R G B 又は X Y Z を示す画像信号に対し、マクロブロック中の連続する縦横方向の 4 つの 8 × 8 ブロックをまとめて 1 6 × 1 6 ブロックを構成し、この 1 6 × 1 6 ブロックを単位として予測を行う。以下、このイントラ予測器 3 1 c における、4 つの予測モードのそれぞれに従った予測画像の生成手法について説明する。

20

## 【0 1 0 8】

(a) Vertical mode (mode=0)

Vertical mode においては、色差ブロックの隣接する上側のブロックの画素をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差の予測画像  $pred_c$  は、隣接する上側のブロックの画素を  $p[x, -1]$  とすると、以下の式 (64) のように表される。なお、このモードは隣接する上側のブロックが存在する場合にのみ用いることが可能である。

30

## 【0 1 0 9】

## 【数 2 8】

$$pred_c[x, y] = p[x, -1] \quad (x, y = 0..15) \quad \dots(64)$$

## 【0 1 1 0】

(b) Horizontal mode (mode=1)

Horizontal mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素をコピーして当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差ブロックの予測画像  $pred_c$  は、隣接する左側のブロックの画素を  $p[-1, y]$  とすると、以下の式 (65) のように表される。なお、このモードは隣接する左側のブロックが存在する場合のみ用いることが可能である。

40

## 【0 1 1 1】

## 【数 2 9】

$$pred_c[x, y] = p[-1, y] \quad (x, y = 0..15) \quad \dots(65)$$

## 【0 1 1 2】

(c) DC mode (mode=2)

DC mode においては、色差ブロックの隣接する上側及び左側のブロックの画素を用いてその平均値を予測画像とする。但し、隣接する画素が存在しない場合には、値 128 が予測信号として用いられる。

10

## 【0 1 1 3】

すなわち、 $x, y = 0..15$  の場合、予測画像  $pred_c[x, y]$  は、隣接する上側の画素  $p[x, -1]$  及び左側の画素  $p[-1, y]$  (但し、 $x, y = 0..15$ ) を用いて生成される。より詳しくは、(i) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在する場合、(ii) 画素  $p[x, -1]$  が存在し、画素  $p[-1, y]$  が存在しない場合、(iii) 画素  $p[x, -1]$  が存在せず、画素  $p[-1, y]$  が存在する場合、(iv) 画素  $p[x, -1]$  及び画素  $p[-1, y]$  が共に存在しない場合、の 4 つの場合において、それぞれ以下の式 (66) ~ (69) に従って生成される。

## 【0 1 1 4】

## 【数 3 0】

20

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^{15} p[x', -1] + \sum_{y'=0}^{15} p[-1, y'] + 16 \right) \gg 5 \quad (x, y = 0..15) \quad \dots(66)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{x'=0}^{15} p[x', -1] + 8 \right) \gg 4 \quad (x, y = 0..15) \quad \dots(67)$$

$$pred_c[x, y] = \left( \sum_{y'=0}^{15} p[-1, y'] + 8 \right) \gg 4 \quad (x, y = 0..15) \quad \dots(68)$$

30

$$pred_c[x, y] = 128 \quad (x, y = 0..15) \quad \dots(69)$$

## 【0 1 1 5】

(d) Plane Prediction mode (mode=3)

Plane Prediction mode においては、色差ブロックの隣接する左側のブロックの画素と上側のブロックの画素から予測画像を平面近似して当該ブロックの予測画像とする。この場合の色差の予測画像  $pred_c$  は、隣接する左側のブロックの画素を  $p[-1, y]$ 、上側のブロックを  $p[x, -1]$  とすると、以下の式 (70) のように表される。ここで、式 (70) における Clip1 は、0 から 255 の範囲にクリッピングすることを示す。

40

## 【0 1 1 6】

## 【数 3 1】

$$pred_c[x, y] = Clip1((a + b \times (x - 7) + c \times (y - 7) + 16) \gg 5) \quad (x, y = 0..15)$$

ただし、

…(70)

$$\begin{cases} a = 16 \times (p[-1, 15] + p[15, -1]) \\ b = (5 \times H + 32) \gg 6 \\ c = (5 \times V + 32) \gg 6 \\ H = \sum_{x'=0}^7 (x'+1) \times (p[8+x', -1] - p[6-x', -1]) \\ V = \sum_{y'=0}^7 (y'+1) \times (p[-1, 8+y'] - p[-1, 6-y']) \end{cases}$$

10

## 【0 1 1 7】

(2 - 2) 直交変換部

クロマフォーマット信号及び色空間信号は、直交変換部 1 4 にも供給される。

直交変換部 1 4 の構成の一例を図 3 に示す。直交変換部 1 4 は、色成分の解像度が 4 : 2 : 0 フォーマット、4 : 2 : 2 フォーマット、4 : 4 : 4 フォーマット等の何れであることを示すクロマフォーマット信号、及び色空間が Y C b C r、R G B、X Y Z 等の何れであることを示す色空間信号に基づいて、直交変換の方式を切り替える。

20

## 【0 1 1 8】

図 3 に示す直交変換部 1 4 において、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、スイッチ 4 0, 4 2 に供給される。スイッチ 4 0, 4 2 では、クロマフォーマット信号及び色空間信号に基づき、直交変換器 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c の何れかを選択し、加算器 1 3 からの出力を選択した直交変換器に供給し、選択した直交変換器からの信号を出力する。スイッチ 4 0, 4 2 は、同一の直交変換器を選択する。なお、この図 3 では、3 種類の直交変換器 4 1 a, 4 1 b, 4 1 c の何れかを選択するものとして説明するが、この直交変換器の数、すなわち直交変換の方式の数は、任意に設定することができる。

30

## 【0 1 1 9】

(2 - 2 - 1)

まず、直交変換器 4 1 a の動作を説明する。この直交変換器 4 1 a では、クロマフォーマット信号が 4 : 2 : 0 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r を示す画像信号に対して直交変換を行う。なお、直交変換器 4 1 a の動作は、前述した従来例と同様であるため、詳細な説明を省略する。

## 【0 1 2 0】

(2 - 2 - 2)

次に、直交変換器 4 1 b の動作を説明する。この直交変換器 4 1 b では、クロマフォーマット信号が 4 : 2 : 2 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r を示す画像信号に対して直交変換を行う。

40

## 【0 1 2 1】

より詳しくは、色差のイントラ予測を行った後、8 × 8 ブロック中の 4 × 4 画素ブロック単位で 4 × 4 整数変換を適用する。当該画素ブロックから予測画像を引いた差分信号を  $f_{4 \times 4}$  とすると、4 × 4 直交変換は、以下の式 (7 1) のように表される。

## 【0 1 2 2】

## 【数 3 2】

$$f_{4 \times 4} = T_{4 \times 4} \times F_{4 \times 4} \times T_{4 \times 4}^T \quad \cdots(71)$$

ただし、

$$T_{4 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

10

## 【 0 1 2 3】

4 × 4 整数変換した後、図 4 に示すように、縦方向に連続する 2 つの 8 × 8 ブロック中の 8 つの 4 × 4 ブロックの ( 0 , 0 ) 係数を集めて 2 × 4 ブロックを構成し、この 2 × 4 ブロックに対して 2 × 4 変換を適用する。これは色差で用いられているイントラ予測の効率がそれ程高くなく、隣り合う 4 × 4 ブロック間の ( 0 , 0 ) 係数の間にまだ相関が残っているためである。この相関を相関を利用してより符号化効率を高めるため、4 × 4 ブロックの ( 0 , 0 ) 係数のみを集めて 2 × 4 ブロックを構成し、2 × 4 変換を適用する。2 × 4 のクロマ DC のブロックを  $f_{2 \times 4}$  とすると、このクロマ DC ブロックに対する変換は、以下の式 ( 7 2 ) のように表される。

## 【 0 1 2 4】

20

## 【数 3 3】

$$fdc'_{2 \times 4} = T_{v(4)} \times fdc_{2 \times 4} \times T_{h(2)}^T \quad \cdots(72)$$

ただし、

$$T_{v(4)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$T_{h(2)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

30

## 【 0 1 2 5】

( 2 - 2 - 3 )

続いて、直交変換器 4 1 c の動作を説明する。この直交変換器 4 1 c では、クロマフォーマット信号が 4 : 4 : 4 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r、R G B 又は X Y Z を示す画像信号に対して直交変換を行う。

## 【 0 1 2 6】

より詳しくは、4 : 4 : 4 フォーマット、Y C b C r、R G B、X Y Z を示す色差を 4 × 4 整数変換した後、輝度と同様にしてマクロブロック中の 1 6 個の ( 0 , 0 ) 係数を集めて 4 × 4 DC ブロックを構成し、4 × 4 変換を適用する。この変換は、以下の式 ( 7 3 ) のように表される。

40

## 【 0 1 2 7】

## 【数 3 4】

$$f'_{dc'}{}_{4 \times 4} = T_{4 \times 4} \times f_{dc}{}_{4 \times 4} \times T_{4 \times 4}^T \quad \dots(73)$$

ただし、

$$T_{4 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

10

## 【0 1 2 8】

(2 - 3) 量子化部

クロマフォーマット信号及び色空間信号は、量子化部 1 5 にも供給される。

量子化部 1 5 の構成の一例を図 5 に示す。量子化部 1 5 は、色成分の解像度が 4 : 2 : 0 フォーマット、4 : 2 : 2 フォーマット、4 : 4 : 4 フォーマット等の何れであるかを示すクロマフォーマット信号、及び色空間が Y C b C r、R G B、X Y Z 等の何れであるかを示す色空間信号に基づいて、量子化の方式を切り替える。

## 【0 1 2 9】

図 5 に示す量子化部 1 5 において、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、スイッチ 5 0 , 5 2 に供給される。スイッチ 5 0 , 5 2 では、クロマフォーマット信号及び色空間信号に基づき、量子化器 5 1 a , 5 1 b , 5 1 c の何れかを選択し、直交変換部 1 4 からの出力を選択した量子化器に供給し、選択した量子化器からの信号を出力する。スイッチ 5 0 , 5 2 は、同一の量子化器を選択する。なお、この図 5 では、3 種類の量子化器 5 1 a , 5 1 b , 5 1 c の何れかを選択するものとして説明するが、この量子化器の数、すなわち量子化の方式の数は、任意に設定することができる。

20

## 【0 1 3 0】

(2 - 3 - 1)

先ず、量子化器 5 1 a の動作を説明する。この量子化器 5 1 a では、クロマフォーマット信号が 4 : 2 : 0 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r を示す画像信号に対して量子化を行う。なお、量子化器 5 1 a の動作は、前述した従来例と同様であるため、詳細な説明を省略する。

30

## 【0 1 3 1】

(2 - 3 - 2)

次に、量子化器 5 1 b の動作を説明する。この量子化器 5 1 b では、クロマフォーマット信号が 4 : 2 : 2 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r を示す画像信号に対して量子化を行う。

## 【0 1 3 2】

ここで、4 : 2 : 0 フォーマットの場合におけるクロマ D C の変換に用いられるアダマール変換は、以下の式 (7 4) のように表される。

## 【0 1 3 3】

40

## 【数 3 5】

$$\begin{aligned}
 fdc'_{2 \times 4} &= T_{v(4)} \times fdc_{2 \times 4} \times T_{h(2)}^T \\
 &= \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} f_{2 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \quad \dots(75)
 \end{aligned}$$

ただし、

$$T_{v(4)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$T_{h(2)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

10

## 【0 1 3 4】

一方、4 : 2 : 2フォーマットの場合におけるクロマDCの変換に用いられる2 × 4変換は、以下の式(75)のように表される。

## 【0 1 3 5】

## 【数 3 6】

$$\begin{aligned}
 fdc'_{2 \times 4} &= T_{v(4)} \times fdc_{2 \times 4} \times T_{h(2)}^T \\
 &= \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} f_{2 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \quad \dots(75)
 \end{aligned}$$

ただし、

$$T_{v(4)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$T_{h(2)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

30

40

## 【0 1 3 6】

したがって、4 : 2 : 0フォーマットでの変換による正規化係数は1 / 2であるのに対し、4 : 2 : 2フォーマットでの変換による正規化係数は1 / 2 2となる。しかしながら、この場合には実数演算が入ってしまうため、以下の式(76)で示すように簡略化する。

## 【0 1 3 7】

## 【数 3 7】

$$\begin{aligned}
 fdc'_{2 \times 4} &= T_{v(4)} \times fdc_{2 \times 4} \times T_{h(2)}^T \\
 &= \frac{1}{2\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{2 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \quad \dots(76) \\
 &\approx \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{2 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

10

## 【0 1 3 8】

この正規化係数は、量子化の際のスケールと一緒に計算されているため、4 : 2 : 2フォーマットの変換の場合、量子化方法を以下のように変更する必要がある。

## 【0 1 3 9】

量子化後のDC係数を  $Qf'[i,j]$  とすると、 $2 \times 4$  クロマDCブロックの量子化後の係数値は、例えば以下の式(77)で与えられる。ここで、式(77)における  $r$  は、丸め処理を変更するためのパラメータである。なお、AC係数に対する量子化は4 : 2 : 0フォーマットの場合と同様であるため、説明を省略する。

20

## 【0 1 4 0】

## 【数 3 8】

$$\begin{aligned}
 Qfdc'[i,j] &= (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0) + r) \gg (15 + QP_c / 6) \quad (i=0..1, j=0..3) \\
 &\quad \dots(77)
 \end{aligned}$$

## 【0 1 4 1】

( 2 - 3 - 3 )

30

続いて、量子化器51cの動作を説明する。この量子化器51cでは、クロマフォーマット信号が4 : 4 : 4フォーマットを示し、色空間信号がYCbCr、RGB又はXYZを示す画像信号に対して量子化を行う。

## 【0 1 4 2】

ここで、クロマDCの変換に用いられるアダマール変換は、以下の式(78)のように表される。したがって、この場合、変換の正規化係数は1 / 4となる。

## 【0 1 4 3】

## 【数 3 9】

$$\begin{aligned}
 fdc'_{4 \times 4} &= T_4 \times fdc_{4 \times 4} \times T_4^T \\
 &= \frac{1}{4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} fdc_{4 \times 4} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \\
 \text{ただし、} & \dots(78)
 \end{aligned}$$

$$T_4 = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \quad 10$$

## 【 0 1 4 4】

量子化後のDC係数を  $Qf'[i,j]$  とすると、 $4 \times 4$  クロマDCブロックの量子化後の係数値は、例えば以下の式(79)で与えられる。ここで、式(79)における  $r$  は、丸め処理を変更するためのパラメータである。

## 【 0 1 4 5】

20

## 【数 4 0】

$$Qfdc'[i,j] = (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0) + r) \gg (15 + QP_c / 6) \quad (i, j = 0..3)$$

...(79)

## 【 0 1 4 6】

## (2-4) 逆量子化部

クロマフォーマット信号及び色空間信号は、逆量子化部18にも供給される。

逆量子化部18の構成の一例を図6に示す。逆量子化部18は、色成分の解像度が4:2:0フォーマット、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット等の何れであることを示すクロマフォーマット信号、及び色空間がYCbCr、RGB、XYZ等の何れであることを示す色空間信号に基づいて、逆量子化の方式を切り替える。

30

## 【 0 1 4 7】

図6に示す逆量子化部18において、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、スイッチ60, 62に供給される。スイッチ60, 62では、クロマフォーマット信号及び色空間信号に基づき、逆量子化器61a, 61b, 61cの何れかを選択し、量子化部15からの出力を選択した逆量子化器に供給し、選択した逆量子化器からの信号を出力する。スイッチ60, 62は、同一の逆量子化器を選択する。なお、この図6では、3種類の逆量子化器61a, 61b, 61cの何れかを選択するものとして説明するが、この逆量子化器の数、すなわち逆量子化の方式の数は、任意に設定することができる。

40

## 【 0 1 4 8】

## (2-4-1)

まず、逆量子化器61aの動作を説明する。この逆量子化器61aでは、クロマフォーマット信号が4:2:0フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して逆量子化を行う。なお、逆量子化器61aの動作は、前述した従来例と同様であるため、詳細な説明を省略する。

## 【 0 1 4 9】

## (2-4-2)

次に、逆量子化器61bの動作を説明する。この逆量子化器61bでは、クロマフォー

50

マット信号が 4 : 2 : 2 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r を示す画像信号に対して逆量子化を行う。

【 0 1 5 0 】

より詳しくは、逆量子化後の DC 係数を  $fdc''$  とすると、 $2 \times 2$  クロマ DC ブロックの逆量子化後の係数値は、 $QP_c$  が 6 以上である場合には以下の式 (80) で表され、 $QP_c$  が 6 未満である場合には、以下の式 (81) で表される。なお、AC 係数に対する逆量子化は 4 : 2 : 0 フォーマットの場合と同様であるため、説明を省略する。

【 0 1 5 1 】

【数 4 1】

$$fdc''[i,j] = (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0)) \ll (QP_c / 6 - 2) \quad (i = 0..1, j = 0..3) \quad \dots(80)$$

$$fdc''[i,j] = (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0)) \gg (2 - QP_c / 6) \quad (i = 0..1, j = 0..3) \quad \dots(81)$$

10

【 0 1 5 2 】

( 2 - 4 - 3 )

次に、逆量子化器 61c の動作を説明する。この逆量子化器 61c では、クロマフォーマット信号が 4 : 4 : 4 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r、R G B 又は X Y Z を示す画像信号に対して逆量子化を行う。

20

【 0 1 5 3 】

より詳しくは、逆量子化後の DC 係数を  $fdc''$  とすると、 $4 \times 4$  クロマ DC ブロックの逆量子化後の係数値は、 $QP_c$  が 6 以上である場合には以下の式 (82) で表され、 $QP_c$  が 6 未満である場合には、以下の式 (83) で表される。なお、AC 係数に対する逆量子化は 4 : 2 : 0 フォーマットの場合と同様であるため、説明を省略する。

【 0 1 5 4 】

【数 4 2】

$$fdc''[i,j] = (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0)) \ll (QP_c / 6 - 2) \quad (i, j = 0..3) \quad \dots(82)$$

$$fdc''[i,j] = (fdc'[i,j] \times Q(QP_c \% 6, 0, 0)) \gg (2 - QP_c / 6) \quad (i, j = 0..3) \quad \dots(83)$$

30

【 0 1 5 5 】

( 2 - 5 ) 逆直交変換部

クロマフォーマット信号及び色空間信号は、逆直交変換部 19 にも供給される。

40

逆直交変換部 19 の構成の一例を図 7 に示す。逆直交変換部 19 は、色成分の解像度が 4 : 2 : 0 フォーマット、4 : 2 : 2 フォーマット、4 : 4 : 4 フォーマット等の何れであることを示すクロマフォーマット信号、及び色空間が Y C b C r、R G B、X Y Z 等の何れであることを示す色空間信号に基づいて、逆直交変換の方式を切り替える。

【 0 1 5 6 】

図 7 に示す逆直交変換部 19 において、クロマフォーマット信号及び色空間信号は、スイッチ 70, 72 に供給される。スイッチ 70, 72 では、クロマフォーマット信号及び色空間信号に基づき、逆直交変換器 71a, 71b, 71c の何れかを選択し、逆量子化部 18 からの出力を選択した逆直交変換器に供給し、選択した逆直交変換器からの信号を出力する。スイッチ 70, 72 は、同一の逆直交変換器を選択する。なお、この図 7 では

50

、3種類の逆直交変換器71a, 71b, 71cの何れかを選択するものとして説明するが、この逆直交変換器の数、すなわち逆直交変換の方式の数は、任意に設定することができる。

【0157】

(2-5-1)

先ず、逆直交変換器71aの動作を説明する。この逆直交変換器71aでは、クロマフォーマット信号が4:2:0フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して逆直交変換を行う。なお、逆直交変換器71aの動作は、前述した従来例と同様であるため、詳細な説明を省略する。

【0158】

(2-5-2)

次に、逆直交変換器71bの動作を説明する。この逆直交変換器71bでは、クロマフォーマット信号が4:2:2フォーマットを示し、色空間信号がYCbCrを示す画像信号に対して逆直交変換を行う。

【0159】

より詳しくは、2x4DCブロックに対して2x4逆変換を適用する。逆変換後の2x4のクロマDCブロックを $fdc'_{2 \times 4}$ '''とすると、このクロマDCブロックに対する逆変換は、以下の式(84)のように表される。

【0160】

【数43】

$$fdc'_{2 \times 4}''' = T_{v(4)} \times fdc''_{2 \times 4} \times T_{h(2)}^T \dots(84)$$

ただし、

$$T_{v(4)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$T_{h(2)} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}$$

【0161】

このクロマDC係数を図4に示したような4x4ブロックの(0,0)係数とし、各4x4ブロックの逆変換を行う。逆変換されたクロマDCである $fdc'_{2 \times 4}$ '''を(0,0)係数とする4x4ブロックの各係数を $F'_{4 \times 4}$ とし、逆変換後の4x4ブロックに復号差分信号を $F''_{4 \times 4}$ とすると、逆変換は、以下の式(85)のように表される。

【0162】

【数44】

$$F''_{4 \times 4} = T_{4 \times 4} \times F'_{4 \times 4} \times T_{4 \times 4}^T \dots(85)$$

ただし、

$$T_{4 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

10

20

30

40

50

## 【 0 1 6 3 】

( 2 - 5 - 3 )

続いて、逆直交変換器 7 1 c の動作を説明する。この逆直交変換器 7 1 c は、クロマフォーマット信号が 4 : 4 : 4 フォーマットを示し、色空間信号が Y C b C r、R G B 又は X Y Z を示す画像信号に対して逆直交変換を行う。

## 【 0 1 6 4 】

より詳しくは、4 × 4 D C ブロックに対して 4 × 4 逆変換を適用する。逆変換後の 4 × 4 のクロマ D C ブロックを  $fdc_{4 \times 4}'''$  とすると、このクロマ D C ブロックに対する逆変換は、以下の式 ( 8 6 ) のように表される。

## 【 0 1 6 5 】

【数 4 5 】

$$fdc_{4 \times 4}''' = T_4 \times fdc_{4 \times 4}'' \times T_4^T \quad \dots(86)$$

ただし、

$$T_4 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

10

20

## 【 0 1 6 6 】

このクロマ D C 係数を A C 係数の 4 × 4 ブロックの ( 0 , 0 ) 係数とし、各 4 × 4 ブロックの逆変換を行う。逆変換されたクロマ D C である  $fdc_{4 \times 4}'''$  を ( 0 , 0 ) 係数とする 4 × 4 ブロックの各係数を  $F'_{4 \times 4}$  とし、逆変換後の 4 × 4 ブロックに復号差分信号を  $F''_{4 \times 4}$  とすると、逆変換は、以下の式 ( 8 7 ) のように表される。

## 【 0 1 6 7 】

【数 4 6 】

$$F''_{4 \times 4} = T_{4 \times 4} \times F'_{4 \times 4} \times T_{4 \times 4}^T \quad \dots(87)$$

ただし、

$$T_{4 \times 4} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

30

## 【 0 1 6 8 】

( 2 - 6 ) その他のブロック

クロマフォーマット信号及び色空間信号は、可逆符号化部 1 6 にも供給されて可変長符号化又は算術符号化され、画像圧縮情報に含められて出力される。

## 【 0 1 6 9 】

このクロマフォーマット信号及び色空間信号は、例えば以下のようなシンタクスで符号化される。

```
seq_parameter_set_rbsp() {
:
    chroma_format_idc          u(2)
    color_space_idc           u(2)
:
}
```

40

50

}

ここで、 $u(2)$ として符号化されるシンタクスは、例えば「 $001x_1x_0$ 」という可変長符号で符号化される。このうち、 $x_1, x_0$ が符号化されるシンタクスの2ビットに相当する。

## 【0170】

## (3) 画像情報復号装置の構成及び動作

上述した画像情報符号化装置10に対応する画像情報復号装置の概略構成を図8に示す。図8に示すように、画像情報復号装置80は、蓄積バッファ81と、可逆復号部82と、逆量子化部83と、逆直交変換部84と、加算器85と、画像並び替えバッファ86と、D/A(Digital/Analogue)変換部87と、動き予測・補償部88と、フレームメモリ89と、イントラ予測部90とにより構成されている。

10

## 【0171】

図8において、入力となる画像圧縮情報は、先ず蓄積バッファ81に格納された後、可逆復号部82に転送される。可逆復号部82は、定められた画像圧縮情報のフォーマットに基づき、可変長復号又は算術復号等の処理を行う。また可逆復号部82は、当該フレームがインター符号化されたものである場合には、画像圧縮情報のヘッダ部に格納された動きベクトル情報をも復号し、その情報を動き予測・補償部88へ転送する。さらに可逆復号部82は、クロマフォーマット信号及び色空間信号を復号し、逆量子化部83、逆直交変換部84及びイントラ予測部90に供給する。

## 【0172】

可逆復号部82の出力となる量子化された変換係数は、逆量子化部83に供給され、ここで変換係数として出力される。逆直交変換部84は、変換係数は、定められた画像圧縮情報のフォーマットに基づき、逆離散コサイン変換又は逆カルーネン・レーベ変換等の可逆変換を施す。当該フレームがイントラ符号化されたものである場合には、逆直交変換処理が施された画像情報は、画像並び替えバッファ86に格納され、D/A変換処理の後に出力される。

20

## 【0173】

ここで、当該フレーム又はマクロブロックがイントラ符号化されたものである場合、可逆復号部82で復号されたクロマフォーマット信号及び色空間信号に基づいて、上述と同様の逆量子化方法、逆直交変換方法、イントラ予測方法を用いて復号する。

30

## 【0174】

一方、当該フレームがインター符号化されたものである場合には、可逆復号処理が施された動きベクトル情報、及びフレームメモリ89に格納された画像情報を元に参照画像が生成され、この参照画像と逆直交変換部84の出力とが加算器85において合成される。その他の処理はイントラ符号化されたフレームと同様であるため、説明を省略する。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0175】

入力画像信号が4:2:0フォーマット、YCbCr色空間の場合のみならず、4:2:2フォーマット、4:4:4フォーマット、RGB色空間、XYZ色空間等の場合にも、画像内予測符号化を用いて、効率よく符号化することができる。

40

## 【符号の説明】

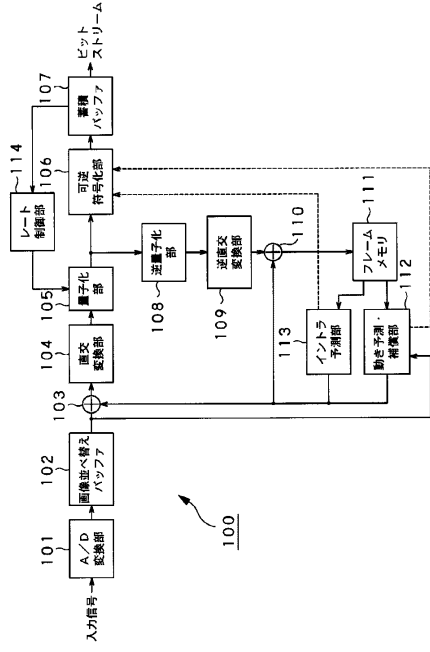
## 【0176】

10 画像情報符号化装置、11 A/D変換部、12 画像並び替えバッファ、13 加算器、14 直交変換部、15 量子化部、16 可逆符号化部、17 蓄積バッファ、18 逆量子化部、19 逆直交変換部、20 加算器、21 フレームメモリ、22 動き予測・補償部、23 イントラ予測部、24 レート制御部、80 画像情報復号装置、81 蓄積バッファ、82 可逆復号部、83 逆量子化部、84 逆直交変換部、85 加算器、86 画像並び替えバッファ、87 D/A変換部、88 動き予測・補償部、89 フレームメモリ、90 イントラ予測部

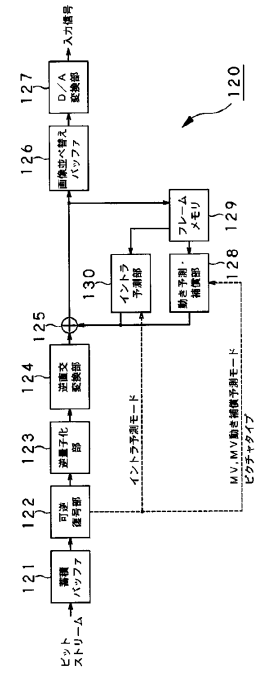




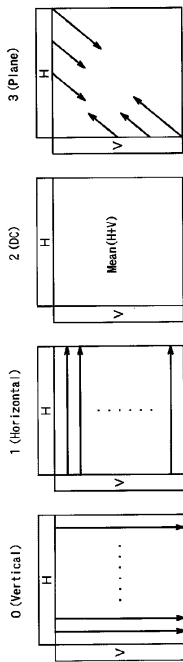
【図 9】



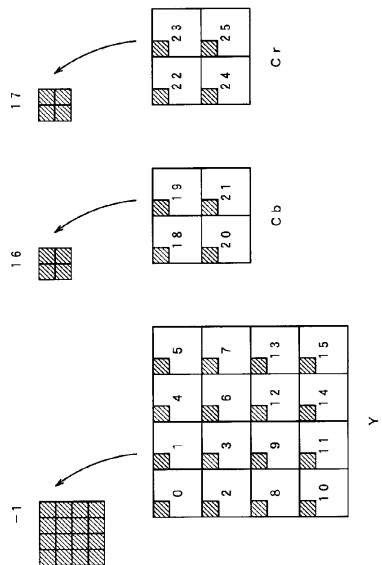
【図 10】



【図 11】



【図 12】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 輝彦  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 杉山 晃  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 小藪 恭平  
東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内

審査官 岩井 健二

- (56)参考文献 特開2003-324731(JP,A)  
特開2001-292450(JP,A)  
特開2000-023195(JP,A)  
特開2000-023194(JP,A)  
Gisle Bjontegaard, Extension for 4:2:2 and 4:4:4 YUV coding, Joint Video Team (JVT) of  
ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6), 8th Meeting: G  
eneva, Switzerland, 2003年 5月, JVT-H032, pp.1-4

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 7/24 - 7/68  
H04N 11/04