

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4444969号
(P4444969)

(45) 発行日 平成22年3月31日(2010.3.31)

(24) 登録日 平成22年1月22日(2010.1.22)

(51) Int.Cl.	F 1
HO4N 1/41 (2006.01)	HO4N 1/41 C
HO4N 7/26 (2006.01)	HO4N 7/13 Z
HO4N 11/04 (2006.01)	HO4N 11/04 Z
GO6T 9/00 (2006.01)	GO6T 9/00

請求項の数 29 (全 65 頁)

(21) 出願番号	特願2006-545294 (P2006-545294)	(73) 特許権者	598036300 テレフォンアクチーボラゲット エル エ ム エリクソン (パブル) スウェーデン国 ストックホルム エスー 1 6 4 8 3
(86) (22) 出願日	平成16年12月17日 (2004.12.17)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康徳
(65) 公表番号	特表2007-520103 (P2007-520103A)	(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(43) 公表日	平成19年7月19日 (2007.7.19)	(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
(86) 國際出願番号	PCT/SE2004/001921	(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
(87) 國際公開番号	W02005/059838	(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
(87) 國際公開日	平成17年6月30日 (2005.6.30)		
審査請求日	平成19年11月14日 (2007.11.14)		
(31) 優先権主張番号	0303497-2		
(32) 優先日	平成15年12月19日 (2003.12.19)		
(33) 優先権主張国	スウェーデン(SE)		
(31) 優先権主張番号	0401850-3		
(32) 優先日	平成16年7月8日 (2004.7.8.)		
(33) 優先権主張国	スウェーデン(SE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】マルチモードアルファ画像処理

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の画像単位(610)からなる画像ブロック(600)を圧縮する方法であって、前記画像ブロック(600)について、前記複数の画像単位(610)の色の表現である1つの色コードワード(720)を判定するステップと、前記複数の画像単位(610)の少なくとも1つのアルファ値の表現である複数の量子化アルファ値(740A、740B)を備えるアルファコードワード(740)を提供するステップと、

前記複数の画像単位(610)の輝度を変更するための複数の輝度変更子のセットの表現である輝度コードワード(730)を提供するステップと、

画像単位関連インデックスのインデックスシーケンス(750)を提供するステップと、前記アルファコードワード(740)の前記複数の量子化アルファ値(740A、740B)が異なる場合は第1の圧縮モードを選択し、該複数の量子化アルファ値(740A、740B)が等しい場合は第2の圧縮モードを選択する、圧縮モードを選択するステップと、

前記1つの色コードワード(720)と、前記アルファコードワード(740)と、前記輝度コードワード(730)と、前記インデックスシーケンス(750)とを、前記画像ブロック(600)の圧縮データとして出力するステップと

を備え、

10

20

前記選択された圧縮モードが前記第1の圧縮モードである場合、前記インデックスシーケンス(750)は、前記画像ブロック(600)中の少なくとも1つの画像単位(610)を有するサブセット毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを備える第1のインデックスサブシーケンス(750B)と、前記複数の画像単位(610)の少なくとも一部にある画像単位(610)毎に、前記複数の量子化アルファ値(740A、740B)の1つの量子化アルファ値と関連付けられるアルファインデックスを備える第2のインデックスサブシーケンス(750A)とを備え、

前記選択された圧縮モードが前記第2の圧縮モードである場合には、前記インデックスシーケンス(750)は、前記画像ブロック(600)中の画像単位(610)毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを備える方法¹⁰。

【請求項2】

複数の画像単位(610)からなる画像ブロック(600)を圧縮する方法であって、前記画像ブロック(600)について、前記複数の画像単位(610)の色の表現である1つの色コードワード(720)を判定するステップと、

前記複数の画像単位(610)の少なくとも1つのアルファ値の表現である複数の量子化アルファ値(740A、740B)を備えるアルファコードワード(740)を提供するステップと、

前記複数の画像単位(610)の輝度を変更するための複数の輝度変更子のセットの表現である輝度コードワード(730)を提供するステップと、²⁰

画像単位関連インデックスのインデックスシーケンス(750)を提供するステップと、
前記アルファコードワード(740)の前記複数の量子化アルファ値(740A、740B)のビットパターンに基づいて、圧縮モードを選択するステップと、
前記1つの色コードワード(720)と、前記アルファコードワード(740)と、前記輝度コードワード(730)と、前記インデックスシーケンス(750)とを、前記画像ブロック(600)の圧縮表現として出力するステップと
を備え、

前記選択された圧縮モードが第1の圧縮モードである場合、前記インデックスシーケンス(750)は、前記画像ブロック(600)中の少なくとも1つの画像単位(610)を有するサブセット毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを備える第1のインデックスサブシーケンス(750B)と、前記複数の画像単位(610)の少なくとも一部にある画像単位(610)毎に、前記複数の量子化アルファ値(740A、740B)の1つの量子化アルファ値と関連付けられるアルファインデックスを備える第2のインデックスサブシーケンス(750A)とを備え、³⁰

前記選択された圧縮モードが第2の圧縮モードである場合には、前記インデックスシーケンス(750)は、前記画像ブロック(600)中の画像単位(610)毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを備える方法。

【請求項3】

前記輝度コードワードを提供するステップは、前記圧縮モードを選択した後に実行される請求項1又は2に記載の方法。⁴⁰

【請求項4】

前記サブセットの各々は、前記画像ブロック(600)中の2つの隣接する画像単位(610)を備える請求項1から3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項5】

前記サブセットの各々は、1つの画像単位(610)を備え、前記輝度インデックスは、前記輝度変更子セットのサブセットの1つの輝度変更子と関連付けられる請求項1から3のいずれか1項に記載の方法。

【請求項6】

前記第2のインデックスサブシーケンス(750A)は、前記複数の画像単位(610)⁵⁰

) の第 1 の部分にある画像単位 (610) 每に、前記複数の量子化アルファ値 (740A、740B) からの 1 つの量子化アルファ値と関連付けられるアルファインデックスを備え、前記複数の画像単位 (610) の残る第 2 の部分にある各画像単位 (610) は、前記複数の量子化アルファ値 (740A、740B) の 1 つの所定の量子化アルファ値と関連付けられる請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

画像を符号化する方法であって、

前記画像を、各々が複数の画像単位 (610) を備える複数の画像ブロック (600) に分解するステップと、

少なくとも 1 つの画像ブロック (600) に対して、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に基づき前記少なくとも 1 つの画像ブロック (600) を圧縮することにより、圧縮画像ブロック表現 (700) を判定するステップと、

を備える方法。

【請求項 8】

複数の画像単位 (610) からなる画像ブロック (600) の圧縮画像ブロック表現 (700) であり、1 つの色コードワード (720) と、アルファコードワード (740) と、輝度コードワード (730) と、画像単位に関連する輝度インデックスを有するインデックスシーケンス (750) とを備える圧縮画像ブロック表現 (700) を処理する方法であって、

前記アルファコードワード (740) により表される複数の量子化アルファ値 (740A、740B) が異なる場合は第 1 の伸張モードを選択し、該複数の量子化アルファ値 (740A、740B) が等しい場合は第 2 の伸張モードを選択する、伸張モードを選択するステップと、

前記輝度コードワード (730) に基づいて、複数の輝度変更子から成るセットを提供するステップと、

前記画像ブロック (600) 中の少なくとも 1 つの画像単位 (610) について、

前記色コードワード (720) に基づいて、色表現を生成するステップと、

前記インデックスシーケンス (750) に基づいて、前記輝度変更子セットから 1 つの輝度変更子を選択するステップと、

前記選択された輝度変更子に基づいて、前記少なくとも 1 つの画像単位 (610) の輝度を変更するステップと、

前記アルファコードワード (740) に基づいて、少なくとも 1 つのアルファ値を生成するステップと、
を備え、

前記選択された伸張モードが前記第 1 の伸張モードである場合、前記インデックスシーケンス (750) は画像単位に関連するアルファインデックスを更に有し、前記方法は、
前記少なくとも 1 つの画像単位 (610) に対して、前記アルファインデックスを用いて、前記アルファコードワード (740) に基づいて生成された複数のアルファ値から 1 つのアルファ値を選択するステップと、

前記選択されたアルファ値を前記少なくとも 1 つの画像単位 (610) に割り当てるステップと、
を備え、

前記選択された伸張モードが前記第 2 の伸張モードである場合、前記方法は、
前記少なくとも 1 つのアルファ値を前記少なくとも 1 つの画像単位 (610) に割り当てるステップを備える方法。

【請求項 9】

複数の画像単位 (610) からなる画像ブロック (600) の圧縮画像ブロック表現 (700) であり、1 つの色コードワード (720) と、アルファコードワード (740) と、輝度コードワード (730) と、画像単位に関連する輝度インデックスを有するインデックスシーケンス (750) とを備える圧縮画像ブロック表現 (700) を処理する方

10

20

30

40

50

法であって、

前記アルファコードワード(740)により表される複数の量子化アルファ値(740A、740B)のビットパターンに基づいて、伸張モードを選択するステップと、

前記輝度コードワード(730)に基づいて、複数の輝度変更子から成るセットを提供するステップと、

前記画像ブロック(600)中の少なくとも1つの画像単位(610)について、

前記色コードワード(720)に基づいて、色表現を生成するステップと、

前記インデックスシーケンス(750)に基づいて、前記輝度変更子セットから1つの輝度変更子を選択するステップと、

前記選択された輝度変更子に基づいて、前記少なくとも1つの画像単位(610)の輝度を変更するステップと、

前記アルファコードワード(740)に基づいて、少なくとも1つのアルファ値を生成するステップと、

を備え、

前記選択された伸張モードが第1の伸張モードである場合、前記インデックスシーケンス(750)は画像単位に関連するアルファインデックスを更に有し、前記方法は、

前記少なくとも1つの画像単位(610)に対して、前記アルファインデックスを用いて、前記アルファコードワード(740)に基づいて生成された複数のアルファ値から1つのアルファ値を選択するステップと、

前記選択されたアルファ値を前記少なくとも1つの画像単位(610)に割り当てるステップと、

を備え、

前記選択された伸張モードが第2の伸張モードである場合、前記方法は、

前記少なくとも1つのアルファ値を前記少なくとも1つの画像単位(610)に割り当てるステップを備える方法。

【請求項10】

前記変更子セットを提供するステップは、前記伸張モードを選択した後に実行される請求項8又は9に記載の方法。

【請求項11】

前記第1の伸張モードにあるとき、前記インデックスシーケンス(750)は、前記画像ブロック(600)中の少なくとも1つの画像単位(610)を有するサブセット毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを備える第1のインデックスサブシーケンス(750B)と、前記複数の画像単位(610)の少なくとも一部にある画像単位(610)毎に、前記複数のアルファ値からの1つのアルファ値と関連付けられるアルファインデックスを備える第2のインデックスサブシーケンス(750A)とを備え、前記第2の伸張モードにあるとき、前記インデックスシーケンス(750)は、前記画像ブロック(600)中の画像単位(610)毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを備える請求項8から10のいずれか1項に記載の方法。

【請求項12】

前記第2のインデックスサブシーケンス(750A)は、前記複数の画像単位(610)の第1の部分にある画像単位(610)毎に、前記複数のアルファ値からの1つのアルファ値と関連付けられるアルファインデックスを備え、前記複数の画像単位(610)の残る第2の部分にある各画像単位(610)は、前記複数のアルファ値からの1つの所定のアルファ値と関連付けられる請求項1_1記載の方法。

【請求項13】

前記選択するステップは、前記選択された伸張モードが前記第1の伸張モードである場合、

前記少なくとも1つの画像単位(610)が前記複数の画像単位の前記第1の部分に属するならば、前記インデックスシーケンス(750)に基づいて、前記複数のアルファ値

10

20

30

40

50

から前記アルファ値を選択するステップと、

前記少なくとも1つの画像単位(610)が前記複数の画像単位(610)の前記残る第2の部分に属するならば、前記事前定義済みアルファ値を選択するステップと、を備える請求項1_2記載の方法。

【請求項14】

各々が複数の画像単位(610)を備える複数の画像ブロック(600)の圧縮画像ブロック表現(700)であり、色コードワード(720)、アルファコードワード(740)、輝度コードワード(730)、及び、画像単位関連インデックスを有するインデックスシーケンス(750)を備える圧縮画像ブロック表現(700)を備える符号化画像を復号する方法であって、

10

少なくとも1つの圧縮画像ブロック表現(700)に対して、請求項8から1_3のいずれか1項に基づいて前記少なくとも1つの圧縮画像ブロック表現(700)を処理することにより、少なくとも1つの伸張画像単位表現(610)を判定するステップと、

前記少なくとも1つの伸張画像単位表現(610)を処理することにより、画像を生成するステップと、を備える方法。

【請求項15】

複数の画像単位(610)からなる画像ブロック(600)を圧縮するシステム(300)であって、

20

前記画像ブロック(600)について、前記複数の画像単位(610)の色の表現である1つの色コードワード(720)を判定する色量子化器(320)と、

前記複数の画像単位(610)の少なくとも1つのアルファ値の表現である複数の量子化アルファ値(740A、740B)を備えるアルファコードワード(740)を提供するアルファ量子化器(340)と、

前記複数の画像単位(610)の輝度を変更するための複数の輝度変更子から成るセットの表現である輝度コードワード(730)を提供する輝度量子化器(330)と、

画像単位関連インデックスのインデックスシーケンス(750)を提供する手段(350)と、

30

前記アルファコードワード(740)の前記複数の量子化アルファ値(740A、740B)が異なる場合は第1の圧縮モードを表す圧縮モード信号を発生し、該複数の量子化アルファ値(740A、740B)が等しい場合は第2の圧縮モードを表す圧縮モード信号を発生する、圧縮モード信号を発生する手段(310)と、

を具備し、

前記システム(300)は、前記1つの色コードワード(720)と、前記アルファコードワード(740)と、前記輝度コードワード(730)と、前記インデックスシーケンス(750)とを、前記画像ブロック(600)の圧縮データとして出力し、

前記圧縮モード信号が前記第1の圧縮モードを表す場合、

前記提供する手段(350)は、前記画像ブロック(600)中の少なくとも1つの画像単位(610)を有するサブセット毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを備える第1のインデックスサブシーケンス(750B)と、前記複数の画像単位(610)の少なくとも一部にある画像単位(610)毎に、前記複数の量子化アルファ値(740A、740B)からの1つの量子化アルファ値と関連付けられるアルファインデックスを備える第2のインデックスサブシーケンス(750A)とを提供するように動作され、

40

前記圧縮モード信号が前記第2の圧縮モードを表す場合には、

前記提供する手段(350)は、前記画像ブロック(600)中の画像単位(610)毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを提供するように動作されるシステム。

【請求項16】

複数の画像単位(610)からなる画像ブロック(600)を圧縮するシステム(300)

50

0) であって、

前記画像ブロック(600)について、前記複数の画像単位(610)の色の表現である1つの色コードワード(720)を判定する色量子化器(320)と、

前記複数の画像単位(610)の少なくとも1つのアルファ値の表現である複数の量子化アルファ値(740A、740B)を備えるアルファコードワード(740)を提供するアルファ量子化器(340)と、

前記複数の画像単位(610)の輝度を変更するための複数の輝度変更子から成るセットの表現である輝度コードワード(730)を提供する輝度量子化器(330)と、

画像単位関連インデックスのインデックスシーケンス(750)を提供する手段(350)と、

前記アルファコードワード(740)の前記複数の量子化アルファ値(740A、740B)のビットパターンに基づいて、圧縮モード信号を発生する手段(310)と、

前記システム(300)は、前記1つの色コードワード(720)と、前記アルファコードワード(740)と、前記輝度コードワード(730)と、前記インデックスシーケンス(750)とを、前記画像ブロック(600)の圧縮データとして出力し、

前記圧縮モード信号が第1の圧縮モードを表す場合、

前記提供する手段(350)は、前記画像ブロック(600)中の少なくとも1つの画像単位(610)を有するサブセット毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを備える第1のインデックスサブシーケンス(750B)と、前記複数の画像単位(610)の少なくとも一部にある画像単位(610)毎に、前記複数の量子化アルファ値(740A、740B)からの1つの量子化アルファ値と関連付けられるアルファインデックスを備える第2のインデックスサブシーケンス(750A)とを提供するように動作され、

前記圧縮モード信号が第2の圧縮モードを表す場合には、

前記提供する手段(350)は、前記画像ブロック(600)中の画像単位(610)毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを提供するように動作されるシステム。

【請求項17】

前記輝度量子化器(330)は、前記圧縮モード信号に応答して、前記輝度コードワードを提供するように構成される請求項15又は16に記載のシステム。

【請求項18】

前記サブセットの各々は、前記画像ブロック(600)中の2つの隣接する画像単位(610)を備える請求項15から17のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項19】

前記サブセットの各々は、1つの画像単位(610)を備え、前記輝度インデックスは、前記輝度変更子セットのサブセットの1つの輝度変更子と関連付けられる請求項15から17のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項20】

前記第2のインデックスサブシーケンス(750A)は、前記複数の画像単位(610)の第1の部分にある画像単位(610)毎に、前記複数の量子化アルファ値(740A、740B)のうちの1つの量子化アルファ値と関連付けられるアルファインデックスを備え、前記複数の画像単位(610)の残る第2の部分にある各画像単位(610)は、前記複数の量子化アルファ値(740A、740B)のうちの1つの所定の量子化アルファ値と関連付けられる請求項15から19のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項21】

画像を、各々が複数の画像単位(610)を備える複数の画像ブロック(600)に分解する画像分解(212)と、

請求項15から20のいずれか1項に記載の少なくとも1つの画像ブロック圧縮システム(300)と、

を具備する画像符号化システム。

【請求項 2 2】

複数の画像単位 (610) からなる画像ブロック (600) の圧縮画像ブロック表現 (700) であり、1つの色コードワード (720)と、アルファコードワード (740) と、輝度コードワード (730)と、画像単位に関連する輝度インデックスのインデックスシーケンス (750)とを備える圧縮画像ブロック表現 (700) を処理するシステム (400) であって、

前記輝度コードワード (730)に基づいて、複数の輝度変更子から成るセットを提供する手段 (420) と、

前記色コードワード (720) に基づいて、前記画像ブロック (600) 中の少なくとも1つの画像単位 (610) に対して、色表現を生成する色発生器 (420) と、

前記少なくとも1つの画像単位 (610) に対して、前記インデックスシーケンス (750) に基づいて、前記輝度変更子セットから1つの輝度変更子を選択する変更子選択器 (440) と、

前記選択された輝度変更子に基づいて、前記少なくとも1つの画像単位 (610) の輝度を変更する輝度変更器 (450)と、

前記アルファコードワード (740) に基づいて、少なくとも1つのアルファ値を生成するアルファ発生器 (460) と、

前記アルファコードワード (740) により表される複数の量子化アルファ値 (740A、740B) が異なる場合は第1の伸張モードを表す伸張モード信号を発生し、該複数の量子化アルファ値 (740A、740B) が等しい場合は第2の伸張モードを表す伸張モード信号を発生する、伸張モード信号を発生する手段 (410) と、

アルファ割当器 (470) と、

を具備し、

前記伸張モード信号が前記第1の伸張モードを表す場合、

前記インデックスシーケンス (750) は画像単位に関連するアルファインデックスを更に有し、

前記割当器 (470) は、前記アルファインデックスを用いて、前記アルファコードワード (740) に基づいて生成された複数のアルファ値から1つのアルファ値を選択し、前記選択されたアルファ値を前記少なくとも1つの画像単位 (610) に割り当てるよう 30 に動作され、

前記伸張モード信号が前記第2の伸張モードを表す場合には、

前記割当器 (470) は、前記少なくとも1つのアルファ値を前記少なくとも1つの画像単位 (610) に割り当てるよう に動作されるシステム。

【請求項 2 3】

複数の画像単位 (610) からなる画像ブロック (600) の圧縮画像ブロック表現 (700) であり、1つの色コードワード (720)と、アルファコードワード (740) と、輝度コードワード (730)と、画像単位に関連する輝度インデックスのインデックスシーケンス (750)とを備える圧縮画像ブロック表現 (700) を処理するシステム (400) であって、

前記輝度コードワード (730)に基づいて、複数の輝度変更子から成るセットを提供する手段 (420) と、

前記色コードワード (720) に基づいて、前記画像ブロック (600) 中の少なくとも1つの画像単位 (610) に対して、色表現を生成する色発生器 (420) と、

前記少なくとも1つの画像単位 (610) に対して、前記インデックスシーケンス (750) に基づいて、前記輝度変更子セットから1つの輝度変更子を選択する変更子選択器 (440) と、

前記選択された輝度変更子に基づいて、前記少なくとも1つの画像単位 (610) の輝度を変更する輝度変更器 (450)と、

前記アルファコードワード (740) に基づいて、少なくとも1つのアルファ値を生成

10

20

30

40

50

するアルファ発生器(460)と、

前記アルファコードワード(740)により表される複数の量子化アルファ値(740A、740B)のビットパターンに基づいて、伸張モード信号を発生する手段(410)と、

アルファ割当器(470)と、
を具備し、

前記伸張モード信号が第1の伸張モードを表す場合、

前記インデックスシーケンス(750)は画像単位に関連するアルファインデックスを更に有し、

前記割当器(470)は、前記アルファインデックスを用いて、前記アルファコードワード(740)に基づいて生成された複数のアルファ値から1つのアルファ値を選択し、前記選択されたアルファ値を前記少なくとも1つの画像単位(610)に割り当てるよう10に動作され、

前記伸張モード信号が第2の伸張モードを表す場合には、

前記割当器(470)は、前記少なくとも1つのアルファ値を前記少なくとも1つの画像単位(610)に割り当てるよう動作されるシステム。

【請求項24】

前記セットを提供する手段(420)は、前記伸張モード信号に応答して前記セットを提供するように構成される請求項22又は23に記載のシステム。

【請求項25】

前記第1の伸張モードにあるとき、前記インデックスシーケンス(750)は、前記画像ブロック(600)中の少なくとも1つの画像単位(610)のサブセット毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを備える第1のインデックスサブシーケンス(750B)と、前記複数の画像単位(610)の少なくとも一部にある画像単位(610)毎に、前記複数のアルファ値からの1つのアルファ値と関連付けられるアルファインデックスを備える第2のインデックスサブシーケンス(750A)とを備え、前記第2の伸張モードにあるときには、前記インデックスシーケンス(750)は、前記画像ブロック(600)中の画像単位(610)毎に、前記輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを備える請求項22から24のいずれか1項に記載のシステム。

【請求項26】

前記第2のインデックスサブシーケンス(750A)は、前記複数の画像単位(610)の第1の部分にある画像単位(610)毎に、前記複数のアルファ値からの1つのアルファ値と関連付けられるアルファインデックスを備え、前記複数の画像単位(610)の残る第2の部分にある各画像単位(610)は、前記複数のアルファ値からの1つの所定のアルファ値と関連付けられる請求項25記載のシステム。

【請求項27】

前記割当器(470)は、前記伸張モード信号が前記第1の伸張モードを表す場合、前記少なくとも1つの画像単位(610)が前記複数の画像単位の前記第1の部分に属するならば、前記インデックスシーケンス(750)に基づいて、前記複数のアルファ値から前記アルファ値を選択し、前記少なくとも1つの画像単位(610)が前記複数の画像単位(610)の前記残る第2の部分に属するならば、前記事前定義済みアルファ値を選択するように構成される請求項26記載のシステム。

【請求項28】

各々が複数の画像単位(610)からなる画像ブロック(600)の圧縮画像ブロック表現(700)であり、色コードワード(720)、アルファコードワード(740)、輝度コードワード(730)及び画像単位関連インデックスのインデックスシーケンス(750)を備える圧縮画像ブロック表現(700)を複数備える符号化画像を復号するシステム(220)であって、

少なくとも1つの圧縮画像ブロック表現(700)に対して、少なくとも1つの伸張画

10

20

30

40

50

像単位表現（610）を判定する請求項22から27のいずれか1項に記載の少なくとも1つのシステム（400）と、

画像を生成するために、前記少なくとも1つの伸張画像単位表現（610）を処理する手段（226）と、
を具備するシステム。

【請求項29】

請求項15から28のいずれか1項に記載のシステム（210；220；300；400）を具備する画像処理端末。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、一般に、画像処理に関し、特に、画像を符号化及び復号する方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、データ処理システム、及びコンピュータ、特に移動端末等のユーザ端末において画像及び図形を提示し、レンダリングすることが極めて多くなってきている。例えば、3次元（3D）図形及び3D画像は、そのような端末において、ゲーム、3Dマップ及びメッセージ通信、スクリーンセーバ及びマン・マシンインタフェースを含む多数の魅力的なアプリケーションを有する。

20

【0003】

3D図形レンダリング処理は、通常、3つの部分段階を含む。簡単に言うと、第1の段階であるアプリケーション段階では、いくつかの三角形を作成する。それらの三角形の角は、第2の段階であるジオメトリ段階で、変換され、投影され、照明される。第3の段階であるラスター化段階においては、多くの場合にテクスチャと呼ばれる画像を三角形の上に「貼り付け」ことができる。それにより、レンダリングされる画像の現実感が増す。第3の段階は、通常、zバッファを使用してソーティングを更に実行する。

【0004】

しかし、画像及びテクスチャ、特に3D画像及び3D図形のレンダリングは、グラフィックシステムに要求されるメモリ帯域幅及び処理能力に関して、計算のコストがかかるタスクである。例えば、テクスチャは、高速オンチップメモリに格納又はキャッシュされなければならないために、高価なメモリを使用する必要があり、単一の画素を描画するために1つのテクスチャに数回アクセスすることもあるので、メモリ帯域幅に関しても経済的負担が大きい。

30

【0005】

帯域幅及び処理能力に対する要求を軽減するために、通常、画像（テクスチャ）符号化方法又はシステムが採用される。そのような符号化システムにより、レンダリング中に、高価なオンチップメモリをより効率的に使用でき、メモリ帯域幅が縮小される。従って、消費電力が減少するか、レンダリング速度が増加するかの少なくともいずれかの結果がもたらされる。帯域幅及び処理能力に対する要求がそのように軽減されることは、メモリの量が少なく、メモリ帯域幅が狭く、（バッテリにより電力が供給されるため）電力が制限された移動ユニット及び移動電話等のシンクライアント（thin client）にとって特に重要である。

40

【0006】

一般に、テクスチャ圧縮及び伸張システムは、画像を効率的かつ正確に圧縮及び伸張するのに加え、アルファ成分を管理する機能を有することが望まれる。そのようなアルファ成分は、テクスチャの透明又は半透明の画素又はテクセルを表すために使用され、それは、広範にわたるアプリケーションで使用される。

【0007】

特許文献1には、Iourcha他により、S3TC（S3 Texture Compression）又はDXT

50

C (DirectX Texture Compression) と呼ばれるテクスチャ圧縮方式が開示されている。画像は、4画素×4画素の複数の画像ブロックに分解される。そのような各画像ブロックは、64ビットのビットシーケンスに符号化され、その結果、圧縮率は4bpp (ビット/画素) となる。64ビットシーケンスは、2つの基本色又は色コードワード (それぞれ16ビット) と、画像ブロック中の画素毎に1つのインデックスを含む2ビットインデックスの32ビットシーケンスとを含む。復号中、4色のカラーパレットが生成される。パレットの最初の2つのRGB (赤、緑及び青) 色は、2つの基本色 (コードワード) に対応する。次に、RGB空間の基本色の間に位置する2つの追加色が、それらの基本色から補間される。各2ビットインデックスは、画素に対して使用するパレットの4つの色のうちの1つを画素毎に識別する。

10

【0008】

S3TC方式は、コンピュータ端末に対して非常に適切に機能するが、移動ユニット及び他のシンクライアントには十分に適応しない。通常、そのような移動ユニットは、せいぜい16ビット又は32ビットのメモリバスを有するにすぎない。従って、移動ユニットにおいてS3TCが実現される場合、1つの画像ブロックの64ビット圧縮バージョンを読み出すために、少なくとも2回、最高4回のメモリアクセスが要求される。更に、カラーパレットの2つの追加色の補間中に、1/3及び2/3を乗算する演算が実行されるが、これはハードウェアにおいては理想的ではない。また、S3TCを使用する圧縮は、少なくとも移動端末では比較的に長い時間を必要とする。

20

【特許文献1】米国特許第5,956,431号明細書

【非特許文献1】Y. Linde、A. Buzo及びR. Gray「ベクトル量子化デザインのためのアルゴリズム (An Algorithm for vector quantizer design)」IEEE Transactions on Communications、Vol. 28、84～94ページ、1980年1月

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

S3TC方式は、アルファテクスチャを特別なものとして処理する。いわゆるパンチスルーアルファ (punch-through alpha) を許可するために、ビットは異なる方法で変換される。アルファ機構のこの単純なバージョンは、完全に不透明又は透明である各画素を表す。S3TCがより正確なアルファに対処できないということは、システムの主な欠点のうちの1つである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、従来の構成のそれらの欠点及び他の欠点を克服する。

【0011】

本発明の一般的な目的は、効率的な画像処理を提供することである。

【0012】

本発明の別の目的は、効率的な画像符号化及び画像復号を提供することである。

【0013】

本発明の更に別の目的は、メモリ容量及びメモリ帯域幅が少ないシンクライアントでの使用に適した画像符号化及び画像復号を提供することである。

40

【0014】

本発明の別の目的は、透明の画像単位と半透明の画像単位との少なくともいずれかを含むアルファ画像に適した画像符号化及び画像復号を提供することである。

【0015】

これらの目的及び他の目的は、添付の特許請求の範囲により示されるような発明により達成される。

【0016】

簡単に言えば、本発明は、アルファ画像を符号化 (圧縮) し、符号化 (圧縮) 画像を復号 (伸張) する形態をとるアルファ画像処理を含む。

50

【0017】

本発明によると、符号化されるアルファ画像は、複数の画像単位 (image element (画像要素) : 画素、テクスチャ要素、テクセル又は体素(volume element)、ボクセル) から構成される複数の画像ブロックに分解される。1つの画像ブロックは、8つの画像単位を含むのが好ましく、 $m = 3 - n$ 及び $n = 0, 1, 2, 3$ である場合に $2^m \times 2^n$ の画像単位のサイズを有するか、あるいは $m, n, p = 0, 1, 2, 3$ 及び好ましくは $m + n + p = 3$ である場合に $2^m \times 2^n \times 2^p$ のサイズを有するのが好ましい。ブロック中の各画像単位は、24ビットRGB(赤、緑、青)色等の1つの色、及び8ビットアルファ値等のアルファ値又は透明度値により特徴付けられる。次に、個々の画像ブロックが符号化される。

10

【0018】

この非可逆ブロック圧縮において、ブロック中の画像単位のプロパティを表す複数のコードワードが判定される。更に、ブロックに対して、画像単位関連インデックスのインデックスシーケンスが提供される。このシーケンスは、ブロック中の画像単位の少なくとも1つのサブセットに対して、コードワードのうちの1つと関連付けられるインデックス又はコードワードのうちの1つに基づいて生成されるプロパティ表現を含む。

【0019】

本発明のブロック圧縮は、2つの異なるアルファ圧縮モードのうちの一方に従って実行される。2つの異なる圧縮モードを使用することにより、アルファ画像中の個々の画像ブロックのプロパティに更によく適応できるようになるため、符号化方法の柔軟性が向上する。ブロック毎に2つの異なる圧縮モードの一方を選択できるので、単一の(固定された)アルファ符号化を伴う従来のアルファ適応符号化方式と比較して、処理される画像の画質は改善される。本発明の第1の圧縮モードは、高いアルファ解像度を提供する。このモードは、アルファ値が様々に変化するような画像単位を有する画像ブロックを圧縮するのに特に適している。第2の圧縮モードは、第1のモードよりよく輝度(強度)成分を保存する高輝度解像度モードであるが、アルファ解像度が低下するという欠点はある。

20

【0020】

本発明の2つの圧縮モードにより、色コードワード、輝度(強度)コードワード、アルファコードワード及びインデックスシーケンスを含む画像ブロックの圧縮表現が得られる。

30

【0021】

アルファコードワードは、ブロック中の画像単位の少なくとも1つのアルファ値の表現である複数の量子化アルファ値を含む。現在の画像ブロックに対して使用する圧縮モードを実際にどのように選択するかは、このアルファコードワードに基づいて、好ましくは、アルファコードワードの複数の量子化アルファ値の比較に基づくなど、アルファコードワードの量子化アルファ値のうちの少なくとも1つに基づいて決定される。本発明の一実施形態において、複数の量子化アルファ値が異なる場合、第1の圧縮モードが選択され、全ての量子化アルファ値が等しい場合には、第2の圧縮モードが使用される。別の実施形態では、量子化アルファ値の1つは、アルファ符号化とモード表現を組み合わせた機能を有する。そのような場合、この量子化アルファ値は、動作モードを判定するために使用される。

40

【0022】

色コードワードは、画像ブロック中の画像単位の色の表現である。これに対応して、輝度コードワードは、ブロック中の画像単位の輝度を変更するための複数の輝度変更子から成るセットの表現である。輝度コードワードは、複数の輝度変更子セットを含む輝度テーブルに対するインデックス又はポインタであるのが好ましい。そのような場合、輝度コードワードは、それらの複数の変更子セットのうちの1つと関連付けられる。輝度テーブルは、2つの圧縮モードに共通する変更子値を含んでもよい。あるいは、モード適応輝度変更子値を含むモード別輝度テーブルが採用される。

【0023】

50

第1の圧縮モードにおいて、インデックスシーケンスは、アルファインデックスサブシーケンス及び輝度インデックスサブシーケンスを含む。アルファインデックスサブシーケンスは、ブロック中の画像単位の少なくとも一部にある画像単位毎に、アルファコードワードの複数の量子化アルファ値からの1つの量子化アルファ値と関連付けられるアルファインデックスを含む。本発明の好適な一実施形態においては、このアルファインデックスサブシーケンスは、ブロック中の画像単位の第1の部分にある画像単位毎に、複数の量子化アルファ値のうちの1つと関連付けられるアルファインデックスを含む。ブロック中の画像単位の残る第2の部分にある各画像単位は、複数の量子化アルファ値からの1つの事前定義済み量子化アルファ値と関連付けられる。従って、第2の部分の画像単位に対しては、アルファインデックスは不要である。

10

【0024】

輝度インデックスサブシーケンスは、少なくとも1つの画像単位から成るサブセット毎に、輝度コードワードと関連付けられる輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを含む。この圧縮モードの第1の実施形態において、ブロック中の1対の(隣接する)画像単位は、同一の輝度インデックスを共有する。従って、8つの画像単位を有する画像ブロックに対して、輝度インデックスサブシーケンスは、4つの輝度インデックスを含むことになる。この圧縮モードの第2の実施形態では、各画像単位は、独自の輝度インデックスを有する。しかし、その場合、輝度インデックスは、輝度変更子セットのサブセットの1つの輝度変更子、又は対毎の関連インデックスと関連して使用される変更子セットと比較して少ない数の変更子値を含む変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられるのが好ましい。

20

【0025】

第2の圧縮モードにおいては、インデックスシーケンスは、画像ブロック中の画像単位毎に、輝度変更子セットの1つの輝度変更子と関連付けられる輝度インデックスを含む。

【0026】

第2の圧縮モードでは、ブロック中の画像単位に対して、アルファインデックスを利用できない。従って、ブロックの全ての画像単位は、同一のアルファ値と関連付けられる。これは、各画像単位が1つのアルファ値と関連付けられる第1の圧縮モードとは対照的である。

30

【0027】

本発明の好適な一実施形態において、画像ブロックの圧縮表現は、採用される圧縮モードとは関係なく、32ビットシーケンスである。この圧縮画像ブロックは、9ビット色コードワードと、3ビット輝度コードワードと、4ビットアルファコードワードと、第1の圧縮モードにおける15ビットインデックスシーケンス又は16ビットインデックスシーケンス(それらのビットのうちの1ビットは、第2の圧縮モードにおいて、アルファコードワードにより共有される)と、画像ブロックがアルファ画像ブロックであることを示す1ビットモードインデックスとを含むのが好ましい。

【0028】

復号中、伸張されるべき圧縮画像ブロックは、識別され、例えば、記憶場所から取り出される。正確な圧縮画像ブロックが識別されると、アルファコードワードに基づいて、そのブロックに対して使用する伸張モードが判定される。

40

【0029】

その後、画像ブロックの画像単位のうち少なくとも1つに対して、色表現が生成される。この色の生成は、圧縮ブロック表現中の色コードワードに基づいて実行される。輝度コードワードを使用して、好ましくは、輝度テーブルから輝度変更子セットを識別することにより、輝度変更子セットが提供される。次に、復号されるべき画像単位と関連付けられ且つ輝度インデックスシーケンスの中で発見される輝度インデックスに基づいて、復号されるべき画像単位に対して使用する輝度変更子が、提供された変更子セットから選択される。正確な輝度変更子値が選択されると、画像単位の輝度は、この値によって変更される。

50

【 0 0 3 0 】

第1のモードにおいて、アルファインデックス又は事前定義済み関連付けを使用して、正確な量子化アルファ値が識別される。第2のモードにおいては、全ての量子化アルファ値が等しいため、アルファ値の選択は不要である。識別された量子化アルファ値に基づいて、アルファ値が画像単位に対して生成される。

【 0 0 3 1 】

符号化画像ブロックのサイズが小さい(32ビット)ため、本発明は、メモリ容量及びメモリ帯域幅が限定されたシンクライアントに最適である。加えて、符号化の速度が非常に速いので、クロック周波数の低い端末においても、符号化を実行できる。更に、例えば、少数の規格コンポーネントを使用するハードウェアにおいて、復号を極めて単純に実現できる。

10

【 0 0 3 2 】

本発明は、次のような利点を提供する。

【 0 0 3 3 】

- 異なるアルファ画像ブロックに適応する可能な2つの圧縮動作モード及び2つの伸張動作モードに対して、柔軟性を持ってアクセスできるため、アルファ画像に高い品質(ピーク信号/雑音比)を与える;

- 復号のハードウェアによる実現が、極めて簡単である;

- 非アルファ画像ブロック及び非アルファ画像をも管理するために、符号器及び復号器を容易に拡張できる;

20

- 符号化が非常に高速であり、その結果、クロック周波数の低い端末でも実現可能である;

- コンピュータにおいて実現可能な速度で、網羅的な(exhaustive、全数)符号化が可能である;

- 符号化画像データは、メモリ容量及びメモリ帯域幅が限定されたシンクライアントに適したサイズを有する。

【 0 0 3 4 】

本発明により提供される他の利点は、以下の本発明の実施形態の説明を読むことにより理解されるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【 0 0 3 5 】

本発明は、本発明の更なる目的及び利点を含めて、添付の図面と共に以下の説明を参照することにより最もよく理解されるであろう。

【 0 0 3 6 】

図中、同一の図中符号は、対応する要素又は類似する要素に対して使用される。

【 0 0 3 7 】

本発明は、画像及び図形の処理に関し、特に、アルファ画像の符号化又は圧縮、及び符号化(圧縮)アルファ画像の復号又は伸張に関する。

【 0 0 3 8 】

一般に、本発明によると、画像符号化中、画像は多数の画像ブロックに分解又は分割される。そのような各画像ブロックは、複数の画像単位、すなわち少なくとも2つの画像単位を含む。画像単位は、特に、ある特定の色及び関連するアルファ値又は透明度値等の画像単位関連プロパティを有する。その後、画像ブロックは符号化又は圧縮され、画像の符号化表現を生成する。

40

【 0 0 3 9 】

符号化画像が画面上に表示される時、又は符号化画像に関連する形状プリミティブがレンダリングされる時、符号化画像ブロックの関連する画像単位は識別及び復号される。それらの復号画像単位は、表示するために元の画像の復号表現を生成するのに使用されるか、又は形状プリミティブをレンダリングするのに使用される。

【 0 0 4 0 】

50

本発明は、写真、テキスト及び「合成」画像等の3次元（3D）図形及び画像に対する使用に非常に適している。それら3D図形及び画像の全てが、ゲーム、3Dマップ、3Dシーン、3Dメッセージ、例えば動画メッセージ、スクリーンセーバ、マンマシンインターフェース（MMI）等のアプリケーションで使用できるが、これらに限定されない。本発明は、1次元（1D）画像、2次元（2D）画像又は3D画像等の他の種類の画像又は図形の符号化に対しても採用できる。

【0041】

本発明において、「画像単位」という表現は、画像ブロック中の要素又は画像ブロックの符号化（圧縮）表現を示す。この画像ブロックは、画像又はテクスチャの一部に対応する。本発明によると、画像単位は、（1D、2D又は3D）テクスチャの1つのテクセル又は（1D、2D又は3D）画像の1つの画素であってもよい。それに対応して、画像単位は、3Dテクスチャ又は画像の1つのボクセルであってもよい。一般に、画像単位は、色値及びアルファ値又は透明度値等の特定の画像単位関連プロパティにより特徴付けられる。更に以下において、用語「画像」は、本発明により符号化及び復号される任意の1D、2D又は3D画像、あるいは1D、2D又は3Dテクスチャを示すために使用される。

【0042】

画像処理の技術において、アルファ値は、画像単位の透明度プロパティを表現するために使用される。一般に、アルファ値は、0 alpha_value 1且つ0 透明度 1である場合、alpha_value=1 - 透明度 で定義される。アルファ値1は、この定義において、不透明（透明度が0）に対応し、アルファ値0は、完全透明（透明度が1）を表す。アルファ値のこの定義は、この技術において最も一般的なものであるが、本発明はそれに限定されない。実際には、本発明によると、画像単位のアルファ値は、採用したアルファ値と透明度との関係に依存し、画像単位の任意の透明度プロパティを表すことができる。

【0043】

一般に、画像の画像単位のアルファ値は、完全透明を通常表す0又は0 . 0等の最小アルファ値から不透明を通常表す255又は1 . 0等の最大アルファ値までの間の値をとる。これらの範囲のアルファ値は半透明を表す。画像が上記最大値等の不透明を表す事前定義済みの値とは異なる関連するアルファ値を有する画像単位を少なくとも1つ含む場合、通常、画像はいわゆる「アルファ画像」と規定される。いくつかのアプリケーションにおいて、画像の少なくとも最小限の数の画像単位が事前定義済み不透明度値とは異なるアルファ値を有する場合、画像はアルファ画像に分類される。これらの実現例において、213 ~ 255又は0 . 84 ~ 1 . 0等の不透明度を表す複数の値の事前定義済み区間は、单一の事前定義済み不透明度値の代わりに使用される。そのような場合、少なくとも1つの画像単位又は最小限の量の画像単位のアルファ値が不透明度の区間内にない場合、画像はアルファ画像に分類される。区間内にある場合、画像は、いわゆる非アルファ画像又はアルファなし画像である。

【0044】

従って、画像ブロックに含まれる画像単位のうち少なくとも1つの画像単位又は最小限の量の画像単位が、事前定義済み不透明度値とは異なるアルファ値を有する場合、又は不透明度の区間内にない場合、画像ブロックは、通常「アルファ画像ブロック」に分類される。非アルファブロック又はアルファなしブロックは、不透明度値と等しいアルファ値又は不透明度の区間内にあるアルファ値を有する画像単位を含む。

【0045】

本発明によると、「アルファ画像」の画像単位は、アルファ値に加えて関連する色値も有すると考えられる。本発明のアルファ画像は、いわゆるRGBA画像であってもよい。尚、本発明によるアルファ画像は、アルファ画像ブロックのみを含んでもよく、又はアルファ画像ブロックと非アルファ画像ブロックとの組合せを含んでもよい。

【0046】

（画像符号化）

図1は、本発明に従ってアルファ画像を符号化する（非可逆）方法の一実施形態を示す

10

20

30

40

50

フロー チャートである。第 1 のステップ S 0 において、画像は、多数の画像ブロックに分解又は分割される。そのような各画像ブロックは、複数の画像単位を含む。本発明の好適な一実施形態において、画像ブロックは、8 つの画像単位（画素又はテクセル）を含み、 $m = 3 - n$ 及び $n = 0, 1, 2, 3$ である場合に $2^m \times 2^n$ の画像単位のサイズを有する。 n は 1 又は 2 であるのが更に好ましい。図 2 A 及び図 2 B は、本発明に従って 8 つの画像単位 610 を有する画像ブロック 600 の 2 つの例を概略的に示す。図 2 A において、高さは 2 つの画像単位 610 であり、幅は 4 つの画像単位 610 である。すなわち、 $m = 1$ 及び $n = 2$ である。これに対し、図 2 B の画像ブロック 600 の場合は、 $m = 2$ 及び $n = 1$ である。従って、3D 画像を圧縮する時、好適な画像ブロックのサイズは、 $2 \times 2 \times 2$ の画像単位（ボクセル）である。しかし、本発明は 8 つの画像単位を有するブロックに限定されず、7 つ以下又は 9 つ以上の画像単位、例えば 4×4 の画像単位を有する画像ブロックと関連して使用することもできる。
10

【 0 0 4 7 】

図 1 に戻ると、画像ブロック全体は、ステップ S 0 において（オーバラップしない）画像ブロックに分解されるのが好ましい。しかし、いくつかのアプリケーションにおいて、画像の一部のみが符号化され、その後、その部分のみが画像ブロックに分解される。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 において、アルファコードワードは、現在の画像ブロックに対して判定される。このアルファコードワードは、ブロック中の画像単位の少なくとも 1 つのアルファ値を表す複数の量子化アルファ値を含む。次のステップ S 2 において、画像ブロックに対して使用するアルファブロック圧縮又は符号化モードは、判定されたアルファコードワードに基づいて、好ましくはコードワードの量子化アルファ値のうちの少なくとも 1 つに基づいて選択される。このモード選択の第 1 の実現例において、ステップ S 2 は、量子化アルファ値の比較に基づいて実行される。量子化アルファ値が異なる場合、ここでは PAA (Packman-Alpha-Alpha) モードで示される第 1 のアルファブロック圧縮モードがそのブロックに対して選択される。これに対して、量子化アルファ値が等しい場合、ここでは PAT (Packman-Alpha-Twotimer) モードで示される第 2 のアルファブロック圧縮モードが使用されるべきである。このモード選択の第 2 の実現例において、量子化アルファ値のうちの 1 つは、アルファ符号化及びモード表現を組み合わせた機能性を有する。そのような場合、モード関連量子化アルファ値の実際のビットパターンは、使用する圧縮モードを知らせる。例えば、このモード関連量子化アルファ値が 00_{bin} 、 01_{bin} 又は 10_{bin} である場合、PAA 圧縮モードが使用されるべきであり、それ以外 (11_{bin}) の場合、PAT モードが使用される。
20
30

【 0 0 4 9 】

しかし、双方の圧縮モードの結果、アルファコードワードに加え、色コードワード、輝度コードワード及びインデックスシーケンスを含む圧縮画像ブロック表現を得るのが好ましい。更に、得られた 2 つの異なる符号化ブロックのビットサイズが、ビット数に関して等しいのが好ましい。

【 0 0 5 0 】

PAA 圧縮モードにおいて、異なるアルファ値が、アルファコードワード及びインデックスシーケンスに基づいてブロック中の画像単位に割り当てられる。これに対して、PAA 圧縮モードに対する相補モード又は補助モードと考えられる PAT モードでは、単一のアルファ値が、アルファコードワードに基づいてブロック中の全ての画像単位に割り当てられる。しかし、PAT 圧縮モードは、画像単位に対するより高い輝度解像度でこのより低いアルファ解像度を補償する。その結果、PAA 圧縮モードは、異なるアルファ値の画像単位を有する画像ブロックを圧縮するのに特に適する。PAT 圧縮モードは、同様のアルファ値を有する画像ブロックに対して採用されるのが好ましく、PAA モードより優れたブロックの輝度成分を保持する（しかし、アルファ解像度は低下する）。
40

【 0 0 5 1 】

PAA モード、すなわち第 1 のアルファブロック圧縮モードについて最初に説明する。

50

ステップS3において、色コードワードが画像ブロックに対して判定される。この色コードワードは、画像ブロック中の画像単位の色の表現である。好適な一実施形態において、色コードワードは、ブロックの画像単位の平均色の表現である。色は、R G B（赤、緑、青）色、YUV空間又はRCrCb空間の色、あるいは画像及び図形の処理及び管理において使用される他の任意の色空間の色であってもよい。色コードワードは、元の画像と同一の色フォーマット（空間）にあるのが好ましい。しかし、場合によっては、画像を異なる色フォーマットに変換すること、すなわち第1の色空間にある色コードワード及び第2の異なる色空間にある元の画像を有することが有用である。色コードワードは、9ビット色表現シーケンスであるのが好ましい。例えば、RGB色コードワードは、赤色成分に対する3ビット、緑色成分に対する3ビット及び青色成分に対する3ビットを含む。

10

【0052】

その後、ステップS4において、輝度コードワードが提供される。この輝度コードワードは、画像ブロック中の画像単位の輝度を変更するのに使用される（復号中に）複数の輝度変更子のセットの表現である。

【0053】

本発明の好適な一実施形態において、輝度コードワードは、輝度変更子セットの識別を可能にするインデックス又は表現である。このインデックスは、いくつかの異なる輝度変更子セットを含む輝度テーブル又はコードブックのセットを識別又は指示できる。各セットは、2つ以上の輝度変更子値、好ましくは、少なくとも4つの変更子値を含む。好適な一実施形態において、セットの変更子値は数学的相補値である。すなわち、各セットは対称であるのが好ましい。

20

【0054】

輝度テーブルは、徐々に変化する表面の表現を可能にするのに適した小さな輝度変更子値を含むセットを含むのが好ましい。更に、テーブルは、鮮鋭なエッジの表現を可能にするのに適した大きな輝度変更子値を含むセットを含むのが好ましい。

【0055】

テーブル中のセットの実際の輝度変更子値は、ランダム値で開始し、当業者には周知のLBGアルゴリズム（Linde、Buzo及びGray）（非特許文献1）、アニーリング法及び座標検索のバージョン等の種々の最適化方式及び最適化アルゴリズムを使用してこれらの値を最適化することにより見付けられる。異なる種類の少数の画像は、トレーニングデータとして使用される。それら画像は、場合によっては、アルファ画像のみを含むか、あるいはアルファ画像及び非アルファ画像の双方を含む。

30

【0056】

より安価に輝度テーブルのハードウェアを実現するために、上述したように、セットの輝度変更子を対称にし、且つ/又は特定のセットの輝度変更子を、例えば2の係数により変更された別のセットの輝度変更子のコピーとしてもよい。

【0057】

表1は、各セットに4つの識別子値を有する輝度変更子の8つのセットを含む輝度テーブルの一例を示す。

【0058】

40

【表1】

セット	コードワード	輝度変更子値			
1	000 _{bin}	-10	-3	3	10
2	001 _{bin}	-32	-9	9	32
3	010 _{bin}	-48	-13	13	48
4	011 _{bin}	-127	-41	41	127
5	100 _{bin}	-20	-6	6	20
6	101 _{bin}	-64	-18	18	64
7	110 _{bin}	-96	-26	26	96
8	111 _{bin}	-254	-84	84	254

【0059】

表1において、輝度変更子セット5～8は、セット1～4のコピーに係数2を乗算したものである。

20

【0060】

輝度テーブルが最大8つの輝度変更子セットを含む場合、輝度コードワードは、テーブルの(8つの)セットのうちの1つ、例えばコードワード001_{bin}に対しては[-32, -9, 9, 32]を識別する3ビットインデックス(000_{bin}～111_{bin})であるのが好ましい。セット中の変更子値を慎重に選択するため、表1全体は、8つの変更子値のみを使用して再構成され、残りの24個の値はそこから計算される。

10

【0061】

本発明は、表1の使用に限定されず、他の輝度変更子セット及び値を有する他のテーブルを使用してもよい。更に、テーブル中のセットが9つ以上又は7つ以下である場合、輝度コードワードのサイズを変更する必要がある場合がある。例えば、テーブルが2つ(3～4又は9つ以上)の輝度変更子セットを含む場合、輝度コードワードのサイズは、1ビット(2ビット又は4ビット(あるいはそれ以上))に限定される。更に、1セット当たりの輝度変更子値の数は4つ以外であってもよい。例えば、セット毎に5つの値が使用されてもよく、[-32, -9, 0, 9, 32]が例として与えられる。

30

【0062】

上述したように、テーブル中のセットの輝度値は、いくつかの異なる種類の画像をトレーニングデータとして使用して判定される。しかし、特定の画像の種類のみが符号化される場合、その画像の種類に対応するトレーニングデータを使用して、すなわち特定の画像の種類に専用の輝度テーブルを提供することにより、変更子値は判定される。また、特定の画像に適応された輝度変更子値を含む輝度テーブルを有することも可能である。このような場合、すなわち画像又は画像の種類に専用のテーブルの場合、符号化画像ブロックの圧縮ファイルにテーブルの輝度変更子値を含むか、又は変更子値を圧縮ファイルと関連付ける必要があるだろう。

40

【0063】

尚、2つの異なるアルファブロック圧縮モードが本発明に従って採用されるため、单一の輝度テーブルが双方のモードに対して採用される。しかし、特定の実現例において、P A Aモードに従って圧縮されたアルファ画像及びブロックに適応された第1の輝度テーブルと、P A Tモードに従って圧縮された画像及びブロックに対する第2の異なる輝度テーブルとを構成し且つ使用するのが更に好都合である。同様に、共通の輝度テーブルが、アルファ画像及び非アルファ画像の双方に対して使用されてもよい。殆どのアプリケーション

50

ンにおいて、非アルファ画像を圧縮する時は「非アルファ」輝度テーブルを使用し、アルファ画像を圧縮する時は1つ以上の異なる専用の「アルファ」輝度テーブルを使用するのが更に好都合であろう。これについては、以下に更に説明する。

【0064】

また、輝度コードワードは、テーブル中の輝度変更子セットに対するポインタである必要はなく、実際には、輝度変更子セット 자체であってもよい。例えば、9及び32等の2つの変更子値を含み、この場合、-9及び-32等の他の変更子値は、それら2つの値から判定される。あるいは、aが0又は正の整数であり、k、 k_1 及び k_2 が乗算係数である場合、採用された輝度変更子セットは、[-ka, -a, a, ka]又は[- k_2 a, - k_1 a, k_1 a, k_2 a]であってもよい。この時、輝度コードワードは値aのみを含む必要があり、k又は k_1 及び k_2 が事前定義済み乗算係数である場合、残る全ての3つの値は値aから計算される。

10

【0065】

ステップS4において輝度コードワードが提供されると、次のステップS5では、画像ブロック中の画像単位に対する輝度インデックス又は輝度表現を選択する。そのような各輝度インデックスは、ステップS4で提供された輝度変更子セットの1つの輝度変更子値と関連付けられる。換言すると、輝度インデックスは、ブロックの少なくとも1つの画像単位の特定のサブセットに対して使用するセットの輝度変更子の識別を可能にする。

【0066】

-32、-9、9、32等の4つの変更子値を含む輝度変更子セットの場合、輝度インデックスは、それら4つの値のうち1つの値を識別する2ビットシーケンスであってもよい。

20

【0067】

PAA圧縮モードの一実施形態において、輝度インデックスは、ブロック中の複数の画像単位、好ましくは2つの画像単位、更に好ましくは2つの隣接する画像単位のサブセットに関連付けられ、割り当てられる。図2A及び図2Bに戻ると、そのような2つの隣接する画像単位のサブセットは、図2A又は図2Bの画像単位610A及び610B、あるいは図2A又は図2Bの画像単位610A及び610Cにより表される。これは、各画像単位が独自の輝度インデックスに関連付けられる場合と比較して、輝度解像度が半分になることを示す。

【0068】

30

PAA圧縮モードの別の実施形態において、ブロック中の各画像単位は、独自の輝度インデックス、好ましくは1ビットの輝度インデックスと関連付けられる。その結果、圧縮ブロックのサイズが変化しない場合、輝度変更子セットの輝度変更子のサブセット、好ましくは2つの輝度変更子のみが、各画像単位に対してインデックス化される。変更子セットが、例えば-32、-9、9、32等の4つの異なる変更子値を含む場合、変更子のサブセットは、最小変更子及び最大変更子、すなわち-32及び32を含むことができる。あるいは、サブセットが値-9又は9、あるいはセットの好ましくは2つの変更子値の他の任意の組合せを含んでもよい。PAA圧縮モードの本実施形態において、各画像単位は、それぞれの輝度インデックスと関連付けられる。しかし、通常、これはブロック中の画像単位に対して利用可能な変更子値の量を減少する。

40

【0069】

本発明の別の実施形態において、上述で示された2つの実施形態が組み合わされる。そのような場合、輝度インデックスを画像単位の一対毎に割り当てるか又は画像単位に個別に割り当てるかが、PAAモードにおいてブロック単位で選択される。輝度モードインデックスは、圧縮ブロック表現に対して生成され、追加される。例えば、この輝度モードインデックスが 0_{bin} (1_{bin})である場合、輝度インデックスは画像単位の対に割り当てられ、セットの全ての変更子値は利用可能である。しかし、輝度モードインデックスが 1_{bin} (0_{bin})である場合、輝度インデックスは画像単位に対して個別に割り当てられ、セット中の変更子値のサブセットのみが利用可能である。

【0070】

50

専用の輝度モードインデックスの使用に対する別の実現例において、採用される輝度テーブルは変更される。そのような場合、含まれる変更子セットの一部は、最大数の変更子値、好ましくは4つの値を含み、他の変更子セットは、最大数より少ない数の変更子値、好ましくは2つの値を含む。上記の表1は、以下の表2により置換される。

【0071】

【表2】

セット	コードワード	輝度変更子値				
1	000 _{bin}	-12 -47 -127 -30 -24 -94 -254 -127	-4	4	12	10 47 127 30 24 94 254 127
2	001 _{bin}		-19	19	47	
3	010 _{bin}		-42	42	127	
4	011 _{bin}		30			
5	100 _{bin}		-8	8	24	
6	101 _{bin}		-38	38	94	
7	110 _{bin}		-84	84	254	
8	111 _{bin}					

【0072】

011_{bin}又は111_{bin}の輝度コードワードは、この例においては、1_{bin}の輝度モードインデックスに対する例に対応する。すなわち、輝度インデックスは画像単位に対して個々に割り当てられ、011_{bin}(111_{bin})の輝度コードワードの場合の利用可能な輝度変更子値は、-30及び30(-127及び127)であるが、これに限定されない。残る輝度コードワードは、各々に4つの変更子値を含む変更子セットと関連付けられ、輝度インデックスが画像単位の対に割り当てられるべきであることを知らせる。

【0073】

表2の変更されたバージョンにおいて、変更子セット及び輝度コードワードの半分は、第1の輝度モードと関連付けられ、残りの半分は、第2の輝度モードと関連付けられる。しかし、第1の輝度モード(対毎のインデックスの割当て及び最大量の変更子値)がPAAモードに従って圧縮された殆どのアルファブロックに使用されると考えられるため、表2に示されるように、第2の輝度モードと比較してより多くの輝度コードワード及び変更子セットが、第1の輝度モードと関連付けられるのが好ましい。

【0074】

ステップS5は、使用される実現例に応じて、画像単位の全てのサブセットに対して、好ましくは隣接する画像単位の全ての対に対して、又は画像ブロック中の全ての画像単位に対して繰り返されるのが好ましい。これは、線L1により概略的に示される。

【0075】

次のステップS6は、画像ブロック中の画像単位に対するアルファインデックス又はアルファ表現を選択する。そのような各アルファインデックスは、ステップS1で判定されたアルファコードワードの1つの量子化アルファ値と関連付けられる。換言すると、アルファインデックスは、ブロックの特定の画像単位に対して使用するアルファ値の識別を可能にする。PAA圧縮モードの好適な実現例において、アルファコードワードは2つの量子化アルファ値A及びBを含む。各アルファ値は、2ビット量子化アルファ値であるのが好ましい。その結果、各量子化アルファ値は、4つの異なるアルファ値のセットの1つのアルファ値を潜在的に表すことができる。例えば、アルファ値のセットが0、85、170、255、又はそれに対応して0.0、0.3333、0.6667、1.0であ

10

20

30

40

50

ると仮定すると、 00_{bin} の量子化アルファ値は 0 (0 . 0) を表し、 01_{bin} は 85 (0 . 333) を表し、 10_{bin} は 170 (0 . 6667) を表し、255 (1 . 0) は 11_{bin} により表される。

【 0 0 7 6 】

第 1 の実施形態において、ブロック中の各画像単位は、アルファインデックスと関連付けられる。しかし、本発明の好適な一実施形態において、圧縮ブロック表現の全体のサイズがより小さくなると、ブロック中の画像単位のサブセットは、事前定義済み量子化アルファ値（第 1 の量子化アルファ値 A 及び第 2 の量子化アルファ値 B から選択される）と関連付けられる。その結果、この画像単位に対してアルファインデックスの選択又は割当てを実行する必要がなくなる。例えば、第 1 (最後) の画像単位は、第 1 (又は第 2) の量子化アルファ値と常に関連付けられてもよい。インデックスシーケンスは、この第 1 (最後) の画像単位に対してアルファ値を含む必要がない。その結果、全部で 8 つの画像単位を有する画像ブロックの場合、シーケンスは、アルファインデックスと関連付けられた 7 つの画像単位のみを含む。本発明によると、2 つ以上の画像単位は、量子化アルファ値と事前に関連付けられると考えられる。尚、量子化アルファ値が好ましくは一対一でアルファ値を表すため、アルファインデックスと量子化アルファ値との関連付けは、アルファインデックスをアルファ値と関連付けることも含む。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 6 は、好ましくはブロック中の画像単位に対して、更に好ましくは事前定義済み量子化アルファ値の関連付けを有する画像単位を除く全ての画像単位に対して繰り返される。これは、線 L 2 により概略的に示される。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 1 ~ S 6 の圧縮の結果、圧縮画像ブロック、又は更に厳密には画像ブロックの圧縮（符号化）表現が得られる。そのような圧縮ブロック表現 700 は、図 3 A に示される。表現 700 は、3 つの色成分 R 720 A、G 720 B 及び B 720 C を含む色コードワード 720 と、輝度コードワード 730 と、2 つの量子化アルファ値 A 740 A 及び B 740 B を含むアルファコードワード 740 と、画像単位インデックスのシーケンス又はビットマップ 750 とから構成される。このインデックスシーケンス 750 は、アルファインデックス 750 A を有する第 1 のサブシーケンス及び輝度インデックス 750 B を有する第 2 のサブシーケンスを含むのが好ましい。更に、圧縮ブロック表現 700 は、アルファブロックインデックス 710 を含むのが好ましく、画像ブロックをアルファ画像ブロックとして識別する。画像がいわゆるアルファブロックのみを含む場合、このアルファブロックインデックス 710 は省略される。

【 0 0 7 9 】

尚、圧縮画像ブロック 700 のアルファブロックインデックス 710、色コードワード 720 及びそれに含まれる色成分 720 A ~ 720 C、輝度コードワード 730、アルファコードワード 740 及びそれに含まれる量子化アルファ値 740 A ~ 740 B、並びにインデックスシーケンス 750 及びそれに含まれるサブシーケンス 750 A ~ 750 B の相互順序は、図示される順序と異なってもよい。更に、コードワード及びインデックスシーケンスは、連続して配置される必要はない。

【 0 0 8 0 】

画像ブロックが 8 つの画像単位を含み（例えば、図 2 A 及び図 2 B を参照）、各輝度インデックスが 2 ビットであり、且つ輝度インデックスが画像単位の各対に対して割り当たられる場合、輝度インデックスサブシーケンス 750 B のサイズは 8 ビットである。この 8 ビットの同一のサイズは、ブロック中の各画像単位と関連付けられた 1 ビットの輝度インデックスを使用する場合にも得られる。更に、アルファコードワード 740 の対応するサイズが 4 ビットであり、アルファインデックスサブシーケンス 750 A が 8 つの画像単位のうち 7 つの画像単位に対して 1 ビットのアルファインデックスを含む（画像単位のうちの 1 つが第 1 (第 2) の量子化アルファ値と事前に関連付けられる）と仮定する。その結果、サブシーケンス 750 A に対しては 7 ビットとなる。色コードワード 720 のサイ

10

20

30

40

50

ズが 9 ビットであり、輝度コードワード 730 のサイズが 3 ビットであり、且つアルファブロックインデックス 710 が 1 ビットである場合、画像ブロックの符号化表現 700 の全体のサイズは 32 ビットであり、4 bpp の圧縮率が得られる。表現 700 の小さなサイズは、通常 16 ビット又は 32 ビットのメモリバスを有する移動ユニット等のシンクライアントに非常に適する。その結果、符号化表現 700 を読み出すために、1 回のメモリアクセス、最悪でも 2 回のメモリアクセスが必要とされる。

【0081】

図 1 に戻ると、ステップ S 2 のモード選択が、PAT モード、すなわち第 2 のアルファブロック圧縮モードが選択されるべきであることを示す場合、方法はステップ S 7 に継続する。ステップ S 7 において、色コードワードはブロック中の画像単位に対して判定される。このステップ S 7 は、基本的にはステップ S 3 に対応するため、更なる説明は行なわない。続くステップ S 8 において、ステップ S 4 と同様に、輝度コードワードは画像ブロックに提供される。しかし、異なる輝度テーブルが 2 つのアルファブロック圧縮モードに対して使用される場合、ステップ S 8 で提供される輝度コードワードは、PAT 圧縮モードに専用のテーブルを使用して取得される。これに対して、ステップ S 4 で提供される輝度コードワードは、PAA モードに適するテーブルを採用して取得される。

10

【0082】

ステップ S 8 において輝度コードワードが提供されると、次のステップ S 9 では、画像ブロック中の画像単位に対する輝度インデックス又は輝度表現が選択される。そのような各輝度インデックスは、ステップ S 8 で提供された輝度変更子セットの 1 つの輝度変更子値と関連付けられる。PAT 圧縮モードにおいて、各画像単位は輝度インデックスと関連付けられるのが好ましく、8 つの画像単位を有する画像ブロックの場合、全部で 8 つの輝度インデックスとなる。

20

【0083】

ステップ S 9 は、ブロック中の全ての画像単位に対して繰り返されるのが好ましい。これは、線 L 3 により概略的に示される。

【0084】

尚、PAT 圧縮モードにおいて、画像単位に対してアルファインデックスは提供されない。これは、全ての画像単位が同一の量子化アルファ値（及びアルファ値）と関連付けられるためである。PAA 圧縮モードにおいて、アルファコードワードは、2 つの量子化アルファ値 A 及び B を含むのが好ましく、量子化アルファ値 A は 2 ビット A0、A1 を含み、量子化アルファ値 B は 2 ビット B0、B1 を含むのが好ましい。しかし、PAT 圧縮モードの第 1 の実現例において、A0 = B0 及び A1 = B1、並びに本明細書で「有用な」量子化アルファ値又はデータ搬送量子化アルファ値と示される量子化アルファ値の一方のみが、ブロックの復号中に使用される。別の実現例において、

30

A はモード関連量子化アルファ値である。すなわち、A は、例えば 11_{bin} の PAT 専用ビットパターンと等しい。残る量子化アルファ値 B は、有用な量子化アルファ値である。

【0085】

この有用な量子化アルファ値の全ビットは、アルファ値表現を符号化するために使用される。別の実施形態において、有用な量子化アルファ値の 1 ビットのみがアルファ値表現に使用される。この場合、量子化アルファ値及びアルファコードワードは、通常、2 つの可能なアルファ値のうちの 1 つ、例えば 85 (0.3333) 又は 170 (0.6667) のみを表すことができる。

40

【0086】

有用な量子化アルファ値の 1 ビットのみがアルファ値表現として使用される場合、この量子化アルファ値の残りのビットは、（輝度）インデックスシーケンスと共有されるのが好ましい。その結果、ステップ S 9 は、通常はブロック中の第 1 の画像単位である画像単位の 1 つと関連付けられた輝度インデックスの一部のビット値に従って、アルファコードワードの有用な量子化アルファ値の 1 ビットを（再）設定することにより、アルファコ-

50

ドワードを変更するサブステップを含むと考えられる。

【0087】

ステップS1、S2及びS7～S9の圧縮の結果、圧縮画像ブロックが得られる。そのような圧縮ブロック表現700は図3Bに示される。表現700は、3つの色成分R720A、G720B及びB720Cを含む色コードワード720と、輝度コードワード730と、2つの量子化アルファ値A740A及びB740Bを含むアルファコードワード740とを含む。図中、量子化アルファ値A740Aは、量子化アルファ値B740Bのコピーである（又は、 11_{bin} に等しい）。更に、有用な量子化アルファ値740Bの単一ビットのみがアルファのために使用されるため、この実現例において、残りのビットは輝度インデックスシーケンス750と共有される。図3Aと同様に、圧縮ブロック表現700は、アルファブロックインデックス710を含むのが好ましく、画像ブロックをアルファ画像ブロックとして識別する。画像がいわゆるアルファブロックのみを含む場合、アルファブロックインデックス710は省略される。

【0088】

尚、圧縮画像ブロック700のアルファブロックインデックス710、色コードワード720及びそれに含まれる色成分720A～720C、輝度コードワード730、アルファコードワード740、並びにインデックスシーケンス750の相互順序は、図示される順序と異なってもよい。更に、コードワード及びインデックスシーケンスは、連続して配置される必要はない。

【0089】

画像ブロックが8つの画像単位を含み（例えば、図2A及び図2Bを参照）、各輝度インデックスが2ビットであり、且つ輝度インデックスがブロック中の各画像単位に対して割り当てられる場合、輝度インデックスシーケンス750のサイズは16ビットであり、そのうち1ビットがアルファコードワード740と共有される。更に、色コードワード720の対応するサイズが9ビットであり、輝度コードワード730のサイズが3ビットであり、アルファコードワード740のサイズが4ビットであり、且つ1ビットのアルファブロックインデックスが使用されると仮定する。画像ブロックの符号化表現700の全体のサイズは32ビットとなり、4bppの圧縮率が得られる。

【0090】

ステップS1～S9は、ステップS0の分解の間に提供された全ての画像ブロックに対して繰り返されるのが好ましい（線L4により概略的に示される）。その結果、圧縮画像ブロックのシーケンス又はファイルが得られる。得られた圧縮画像ブロックは、ステップS0のブロック分解で分解された順番と同一の順番で、左から右及び上から下へファイルに配列される。方法は、ここで終了する。

【0091】

いくつかの例においては、2つの圧縮モードの結果、符号化画像はPAA圧縮モード又はPAT圧縮モードのみに従って圧縮された画像ブロックを含む。しかし、最も実用的な実現例の場合、符号化画像は、通常、PAAモードに従って圧縮されたいつかのブロック表現及びPATモードに従って圧縮された他のブロック表現を含む。

【0092】

符号化画像は、画像のレンダリング、例えば表示を後で行なうまでメモリに格納しておるためにメモリに提供される。更に、符号化画像は、別のユニットへ（無線又は有線）送信するために、符号化ブロック表現の信号として送信機に提供される。

【0093】

同一の輝度テーブルが2つの圧縮モード（ステップS4及びS8）で使用される場合、色コードワードの判定（ステップS3又はS7）及び輝度コードワードの提供（ステップS4又はS8）がステップS2の圧縮モードの選択の前に実行されるように、図1のフローチャートに示される圧縮方法は修正される可能性がある。そのような場合、PAAモードの特有のステップは、輝度インデックスシーケンスの提供（ステップS5）及びアルファインデックスシーケンスの提供（ステップS6）となる。対応するPAT専用ステップ

10

20

30

40

50

は、輝度インデックスシーケンスの提供（ステップS9）となる。

【0094】

図4は、図1の画像圧縮方法の追加のステップを示すフローチャートである。方法は、図1のステップS0から継続する。次のステップS10において、現在の画像がアルファ画像として符号化されるべきか、あるいは非アルファ画像又はアルファなし画像として符号化されるべきかが判定される。この選択は、画像に関連付けられたグローバルアルファ画像インデックスに基づく。あるいは、選択は、画像の画像単位のアルファ値又はプロパティの調査に基づく。従って、少なくとも1つの画像単位のアルファ値又は少なくとも最小限の数の画像単位のアルファ値が、事前定義済み不透明度値と異なるか、あるいは不透明度の区間内にない場合、画像はアルファ画像に分類され、それ以外の場合、画像は非アルファ画像である。 10

【0095】

ステップS10において、画像がアルファ画像として符号化（圧縮）されるべきであると判断される場合、方法は、ステップS11に継続する。ステップS11は、分解された画像の画像ブロックを調査し、それら画像ブロックがアルファブロックとして符号化されるべきか、又は非アルファブロックとして符号化されるべきかを判定する。この分類は、ブロック中の画像単位のアルファ値を調査することにより実行されるのが好ましい。上述したように、少なくとも1つの画像単位のアルファ値又は画像ブロックの少なくとも最小限の数の画像単位のアルファ値が、事前定義済み不透明度値と異なるか、あるいは不透明度の区間内にない場合、ブロックはアルファブロックに分類され、それ以外の場合、画像は非アルファブロックである。 20

【0096】

本発明の別の実施形態において、ステップS11で調査されたブロック中の画像単位の各アルファ値は、圧縮モード（アルファブロックモード又は非アルファブロックモード）の判定が行なわれる前にまず量子化される。アルファコードワードの説明に関連して簡単に上述したように、コードワードの量子化アルファ値は、利用可能なアルファ表現値のセット、例えば、0.0(0)、0.3333(85)、0.6667(170)、1.0(255)から選択された値を表せるのが好ましい。そのような場合、画像単位のアルファ値は、このセットから選択された値にまず量子化される。例えば、圧縮される画像ブロックのアルファ値が以下であると仮定する： 30

0.95	0.98	0.90	0.99
0.85	0.95	0.91	0.92

更に、1.0(255)の単一の事前定義済みアルファ値は、不透明度を表すと仮定する。このブロックの分類が量子化の前に行なわれる場合、全ての画像単位が1.0の不透明度値とは異なるアルファ値を有するため、ブロックはアルファブロックに分類される。しかし、ブロックの各アルファ値が可能な値0.0、0.3333、0.6667、1.0のうちの1つにまず量子化される場合、分類は異なる。その場合、全ての量子アルファ値は不透明を表す1.0となり、ブロックは非アルファブロックとして圧縮されるべきである。 40

【0097】

ブロックが以下のアルファ値を有する場合、

0.95	0.98	0.90	0.99
0.85	0.95	0.91	0.72

最後の画像単位のアルファ値は、0.6667に量子化される（他の全ての値は、1.0に量子化される）。この例において、画像単位のうち少なくとも1つが1.0の事前定義済み不透明度値とは異なる（量子化）アルファ値を有するため、このブロックはアルファ 50

ブロックに分類される。しかし、ブロック中の残りの画像単位が不透明度値に（非常に）近接するアルファ値を有するため、圧縮品質の点から、ブロックを非アルファブロックとして圧縮するのが最適であろう。そのような場合、単一の事前定義済み不透明度値の代わりに不透明度値の区間を採用することにより、且つ／又は少なくとも2つの画像単位が事前定義済み不透明度値とは異なる関連する量子化アルファ値を有することを要求することにより、ステップS11の分類は実行される。

【0098】

ステップS11が現在の画像ブロックをアルファブロックに分類する場合、方法は、図1のステップS1に継続する。しかし、ステップS11において、ブロックが非アルファブロック又はアルファなしブロックに分類される場合、ステップS12に進む。ステップS12において、画像ブロックは、ここではPAP(Packman-Alpha-Packman)モードで示される非アルファブロックモード、すなわち第3の圧縮モードを使用して圧縮される。このPAP圧縮モードは、ブロックに対する色コードワードを判定することを含む。色コードワードは、12ビット色コードワード(R色成分、G色成分及びB色成分の各々に対して4ビット)であるのが好ましい。更に、輝度コードワードは、図1に関連して上述したPAAモード及びPATモードと同様に提供される。この輝度コードワードは、輝度テーブルで見付けられる複数の輝度変更子のセットに対する3ビットインデックスであるのが好ましい。この輝度テーブルは、2つのアルファブロック圧縮モード(PAA及びPAT)及び非アルファブロック圧縮モード(PAP)に共通のテーブルであってもよい。しかし、非アルファブロックに適応された専用の輝度テーブルを使用することが好都合であろう。その後、輝度インデックスが提供されるが、ブロック中の画像単位毎に2ビット輝度インデックスが提供されるのが好ましい。それらインデックスの各々は、変更子セットの輝度変更子のうちの1つと関連付けられる。図3Cは、PAPモードに従って圧縮された画像ブロック700を示す。圧縮ブロック表現700は、色コードワード720、輝度コードワード730及び輝度インデックスシーケンス750に加えて、ブロックがPAP圧縮モードを使用して圧縮されたことを示す1ビットの非アルファブロックインデックス710を含むのが好ましい。尚、PAAモード及びPATモード(図3A及び図3B)、並びにPAPモード(図3C)を使用して圧縮された図3A～図3Cの画像ブロック700のサイズは、同一であるのが好ましく、32ビットであるのが更に好ましい。

【0099】

図4に戻ると、ステップS11のブロックの分類、及び図1のステップS1～S9又はステップS12のブロックの圧縮は、圧縮されるべきアルファ画像の画像ブロックに対して繰り返されるのが好ましい。これは、線L5により概略的に示される。

【0100】

PAAモード、PATモード及びPAPモードの結果、いくつかの例において、符号化アルファ画像は、それらモードのうちの1つのみに従って圧縮された画像ブロックを含む。しかし、殆どの実用的な実現例の場合、そのような符号化アルファ画像は、通常、PAAモードに従って圧縮されたいいくつかのブロック表現(図3A)、PATモードに従って圧縮されたいいくつかのブロック表現(図3B)及びPAPモードに従って圧縮されたいいくつかのブロック表現(図3C)を含む。

【0101】

図4のステップS10の画像調査において、画像が非アルファ画像(アルファなし画像)として符号化されるべきであると判定されると、方法は、オプションのステップS13に継続する。ステップS13において、現在のブロックに対して使用する非アルファ画像圧縮モードが選択される。利用可能な非アルファ画像圧縮モードが1つである場合、ステップS13におけるモード選択は必要ない。次のステップS14において、画像ブロックは、この(場合によっては、選択された)非アルファ画像モードを使用して圧縮される。そのような好適な非アルファ画像モードは、ここではPA(PAckman)モードと示される。簡単に言うと、PA圧縮モードにおいて、12ビットの色コードワード、4ビットの輝度コードワード及び16ビットの輝度インデックスシーケンスは、各画像ブロックに対し

10

20

30

40

50

て生成され、その全体のサイズは 32 ビットとなる。PA 壓縮方式の拡張方式において、PP (Packman-Packman) モード及び PC (Packman-CCC) モードで示される 2 つの非アルファ画像圧縮モード間の選択は、各ブロックに対して行なわれる。そのような場合、ステップ S13 は、現在のブロックに対して PP モード又は PC モードのいずれを使用するかをブロック毎に選択する。PP モードは PA 方式に類似する。しかし、圧縮画像ブロックは、4 ビットの輝度インデックスの代わりに 1 ビットの PP モードインデックスと 3 ビットの輝度インデックスとを含むのが好ましい。PC 壓縮モードは、1 つの色コードワード及び 1 つの輝度コードワードの代わりに 2 つの色コードワードを使用する。その結果、PC モードに従って圧縮された画像ブロックは、1 つの 1 ビット PC モードインデックス、2 つの 12 ビット色コードワード及び 1 つの 7 ビット色インデックスシーケンスを含むのが好ましい。7 ビット色インデックスシーケンスは、ブロック中の 1 つの画像単位以外の全ての画像単位に対して、2 つの色コードワードのうち 1 つに対する 1 ビットの色インデックスを含むのが好ましい。残りの画像単位は、色インデックスがその画像単位に対して必要とされないように、第 1 (又は第 2) の色コードワードと事前に関連付けされている。
10

【0102】

ステップ S13 及び S14 は、圧縮されるべき非アルファ画像の全ての画像ブロックに対して実行されるのが好ましい。これは、線 L6 により概略的に示される。

【0103】

図 5 は、図 1 のアルファコードワード判定ステップを更に詳細に示すフローチャートである。方法は、図 1 のステップ S0 から継続する。次のオプションのステップ S20 において、画像単位のアルファ値は、利用可能な量子化アルファ値の事前定義済みセットの値に量子化される。上述したように、各量子化アルファ値が 2 ビットである場合、事前定義済みセットは、4 つのそのような値を含むのが好ましい。例えば、最大 256 (512 又は 1024) 個の異なるアルファ値の場合、それらの値は、値 0 (0 又は 0)、85 (170 又は 341)、170 (341 又は 682)、255 (511 又は 1023) を表す 0.0、0.3333、0.6667、1.0 となる。別の実施形態において、セットは、0.0、0.50、0.75、1.0; 0.0、0.25、0.50、1.0; 0.0、0.25、0.75、1.0 又は区間 0 ~ 1 (これは、0 と 255、511、1023 との間、すなわち n が整数の時、0 と $2^n - 1$ との間に応する) の他の適切な 4 つの値のうちの 1 つに従ってもよい。しかし、PAT 壓縮モードにおいては、「有用な」量子化アルファ値の単一ビットのみが採用される。その結果、量子化アルファ値は 2 つの可能な値から選択される。この 2 つの値は、例えば 0.3333 と 0.6667 又は 0.0 と 1.0 等の上述の 4 つの値のサブセットを構成するのが好ましい。
20
30

【0104】

いずれの場合においても、アルファ値が量子化されると、アルファコードワードに対して使用する 2 つの量子化アルファ値は、ステップ S21 において選択される。それらの量子化アルファ値は、ブロック中の画像単位の(量子化)アルファ値を最もよく表すセットの 2 つの値であるべきである。

【0105】

現在のブロックは以下のアルファ値を有すると仮定する：

0.60	0.30	0.85	0.92
0.00	1.00	0.80	0.98

ステップ S20 において、アルファ値は、セット 0.0、0.3333、0.6667、1.0 の値に量子化される。そのような場合、上記ブロックは、以下の量子化値により表される：

0.6667	0.3333	1.0	1.0
0.0	1.0	1.0	1.0

使用するのに最適な量子化アルファ値は、利用可能な値を検索し且つ誤差値を計算することにより見付けられる：

$$\varepsilon^2 = \sum_{i=1}^N (\hat{\alpha}_i - p_i)^2 \quad (1)$$

式中、

$\hat{\alpha}_i$

10

は画像単位 i の量子化アルファ値であり、 p_i 2つの量子化アルファ値のサブセットである。Nは、ブロック中の画像単位の総数である。これは、量子化アルファ値の全ての対に対して繰り返され、誤差を最小にする2つの量子化アルファ値は、アルファコードワードとして選択される。上記ブロックの例において、第1の量子化アルファ値は0.0であり、第2は1.0である。コードワードの2つの量子化アルファ値が等しくないため、このブロックは、PAA圧縮モードに従って圧縮される。

【0106】

別の例において、元のブロックは、以下のアルファ値を有することができる：

20

0.30	0.25	0.17	0.42
0.20	0.38	0.24	0.48

それらの値を量子化する時、全ての値に0.3333の値が割り当てられる。この場合、ブロックに対して2つの最適な量子化アルファ値を見付けるために上記の式(1)を使用することにより、量子化アルファ値は等しくなる。このブロックは、PATモードに従って圧縮されるのが好ましい。第2の量子化アルファ値(B) (有用な量子化アルファ値)の最上位ビット(MSB)($B0$)には、0.3333の量子化アルファ値を表す 0_{bin} が割り当てられる。第1の量子化アルファ値(A)のMSB($A0$)は、 $B0$ のコピー、すなわち 0_{bin} である。第2の量子化アルファ値の最下位ビット(LSB)($B1$)は、輝度インデックスシーケンスにより共有されるため、第1の画像単位の輝度インデックス値により判定される。第1の量子化アルファ値のLSB($A1$)は、 $B1$ のコピーとなる。あるいは、第1の量子化アルファ値(A)は 11_{bin} (すなわち、PATモードインデックスと等しい)となり、第2の量子化アルファ値(B)のMSBには 0_{bin} が割り当てられ、且つ第2の量子化アルファ値(B)のLSBは第1の画像単位の輝度インデックス値により判定される。その結果、復号中、ブロック中の画像単位に対してアルファ値を生成するために、第2の量子化アルファ値のMSBのみが使用される。

30

【0107】

別の例において、ブロックは以下のアルファ値を含むことができる：

40

0.10	0.05	0.15	0.04
0.07	0.10	0.12	0.08

量子化の後、全ての値は0.0になる。最初、PATモードに従ってブロックを圧縮することが適切であると考えられるだろう。しかし、利用可能な量子化アルファ値が0.3333及び0.6667である場合、所望の値0.0は、このモードで正確に表されることはない。そのような場合、PAA圧縮モードを使用する方が適切である。従って、コードワードの第1の量子化アルファ値(A)は、通常 00_{bin} となる。しかし、第2の量子化アルファ値(B)の2ビットのうち少なくとも1ビットが 1_{bin} 、すなわち $B00_{bin}$ 50

nである必要があることが重要である。これは、1{bin}でない場合にブロックがP A T モードに従って圧縮されるからである。

【0108】

本発明の別の実施形態において、元のアルファ値は、少なくとも2つのグループ又はクラスタに編成される。例えば、₁、₃及び₄は全て0.4に近接するが、画像単位の残る値₂、₅、₆、₇及び₈は値0.9に近接する。2つのクラスタを最もよく表す2つの値が判定される。すなわち、それら2つの値は、この例においては0.4及び0.9である。それら2つの値を最もよく表す2つの量子化アルファ値（最大4つの可能な値のうちの2つ）は、アルファコードワードとして選択される。すなわち、それは0.3333（01_{bin}）及び1.0（11_{bin}）である。

10

【0109】

アルファコードワードが画像ブロックに対して判定されると、方法は、図1のステップS2に継続する。

【0110】

図6は、図1の色コードワード及び輝度コードワードを判定するステップ、並びに輝度インデックスを提供するステップを示すフローチャートである。方法は、図1のステップS2から継続する。次のステップS30において、画像ブロック中の画像単位の平均色が判定される。以下において、画像単位の色は、RGB色の24ビット、すなわち赤色成分の8ビット、緑色成分の8ビット及び青色成分の8ビットにより表されると仮定する。しかし、本発明はこの特定の例に限定されず、画像単位の任意の色表現に適用可能である。

20

平均色

(\bar{R} , \bar{G} , \bar{B})

は以下の式で判定される：

$$\begin{aligned}\bar{R} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i \\ \bar{G} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N G_i \\ \bar{B} &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N B_i\end{aligned}\quad (2)$$

30

式中、 R_i 、 G_i 、 B_i は、画像単位*i*のR成分、G成分、B成分である。Nは、画像ブロック中の画像単位の総数である。

【0111】

ステップS30において平均色

(\bar{R} , \bar{G} , \bar{B})

が判定されると、次のステップS31は平均色を量子化する。（24ビット）平均色は、9ビットのシーケンス（色コードワード）に量子化されるのが好ましい。換言すると、8ビットの各平均成分は、3ビットの平均成分に量子化される。例えば、平均色

40

\bar{R} , \bar{G} , \bar{B}

は計算され、以下のようになる：

$$\begin{bmatrix} 178 \\ 88 \\ 21 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10110010 \\ 01011000 \\ 00010101 \end{bmatrix}_{\text{bin}}$$

3ビットの量子化バージョン

(\hat{R} , \hat{G} , \hat{B})

50

は、以下から生成される：

$$\begin{bmatrix} 182 \\ 73 \\ 36 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10110110 \\ 01001001 \\ 00100100 \end{bmatrix}_{\text{bin}}$$

すなわち、 $[101, 010, 001]_{\text{bin}}$ は、(9ビットの) 色コードワードとして使用される。

【0112】

ステップ S 3 2 は、テーブルの種々の輝度変更子セット及びセットの種々の変更子値を調査する。次のステップ S 3 3 は、変更子セット及び変更子値の各検査に対する誤差値を計算する。ステップ S 3 3 において、それらの誤差値に基づいて、最小の誤差値を与える変更子セット及びセットの輝度変更子値が選択される。これについては、以下に更に詳細に説明する。

10

【0113】

画像ブロックの色プロパティは、単純符号化、全数符号化及び組合せ量子化で示される3つの異なる例のうち1つを使用して符号化される。それらの例については、以下に簡単に説明する。

【0114】

(単純符号化)

(アルファ) 画像ブロックを符号化するために、基本的には、色コードワード及び正確な輝度変更子セットが選択される。選択されると、画像ブロック中の画像単位の符号化は、セットの4つの輝度変更子全てを試行し且つ誤差を計算することにより行なわれる。P A A 圧縮モードの第1の実施形態において、单一の輝度変更子は、複数の画像単位、好ましくは隣接する画像単位の対と関連付けられる。P A A モードの第2の実施形態において、各画像単位は单一の輝度変更子と関連付けられるが、輝度変更子のサブセットのみが選択される。いくつかのアプリケーションにおいて、より正確な変更子の選択及びより高い符号化品質は、以下のように、重み付き誤差値を採用することにより得られる：

20

$$\varepsilon^2 = w_R (\hat{R} + q - R)^2 + w_G (\hat{G} + q - G)^2 + w_B (\hat{B} + q - B)^2 \quad (3)$$

式中、画像単位の元の(24ビット)色は(R, G, B)であり、

$$(\hat{R}, \hat{G}, \hat{B})$$

30

は色コードワード(量子化平均色、9ビット)を示す。選択された変更子セットは $[-a, -b, b, a]$ であり、 q $[-a, -b, b, a]$ 、 q $[-a, a]$ 又は q $[-b, b]$ である。 w_R 、 w_G 、 w_B は、色成分に対する異なる重みである。更に、 w_G は、 w_R 及び w_B より大きいのが好ましい。例えば、 $w_R=5/16$ 、 $w_G=9/16$ 及び $w_B=2/16$ 、あるいは $w_R=0.299$ 、 $w_G=0.587$ 及び $w_B=0.114$ である。

【0115】

対応する(重み付き)誤差値は、変更子及びセットの全ての組合せに対して計算され、最小誤差を与える変更子及びセットの組合せが選択される。

【0116】

40

この単純符号化において、色成分毎に3ビットに量子化されるブロック中の8つの画像単位の平均色は、色コードワードとして使用される。正確な輝度変更子セットは、全数検索により選択される。すなわち、表1等の輝度テーブル中の8つのセット全てが試行され、誤差値を最小にするセットが選択される。これは、画像単位毎に $8 \times 4 = 32$ 回の評価を必要とする。重みが $w_R=5/16$ 、 $w_G=9/16$ 及び $w_B=2/16$ である場合、整数演算が使用され、符号化は高速になる。この重みの選択肢に対して、単純符号化を使用する 64×64 画素(画素要素)の画像の符号化は、1.2 G H z の P C ラップトップ上で 100 m s 未満で行なわれるべきであり、多くの場合は約 30 m s で行なわれる。

【0117】

(全数符号化)

50

上述の単純符号化の例において、量子化平均色は、画像ブロック中の画像単位の色の表現（色コードワード）として単純に使用された。この全数符号化の例においては、色及び輝度変更子セット（変更子値を含む）の双方が選択される。すなわち、全ての可能な組合せが試行される。特定の画像単位の場合、輝度変更子セットの3ビット及び輝度インデックスの2ビットの全ての先の繰り返しに加え、色の9ビット全てに対する繰り返しが追加され、これらを合わせると 2^{14} ステップになる。 64×64 画素の画像の符号化は、単純圧縮の場合と同一のPCラップトップを使用して、30秒未満に行なわれるべきであり、場合によっては約10秒で行なわれる。これは、ランタイムアプリケーションには長すぎる可能性があるが、特により大きな画像の場合には、オフライン符号化を行なうのに法外な長さではない。

10

【0118】

(組合せ量子化)

単純符号化の例と同様に、この例は（24ビット）平均色
(\bar{R} , \bar{G} , \bar{B})

で開始するが、この平均色の色成分は、輝度成分、すなわち輝度変更子セット及び値の選択肢と共に量子化される。

【0119】

R_{low} 及び R_{high} が、
 \bar{R}
のすぐ下及びすぐ上の3ビット量子化レベル又は値をそれぞれ示す場合、
 $R_{low} \leq \bar{R} \leq R_{high}$

20

である。タスクは、 R_{low} 又は R_{high} のいずれか一方として
 \hat{R}

を選択することである。緑色成分及び青色成分についても、同じことが当てはまる。

【0120】

最初に、

(\hat{R} , \hat{G} , \hat{B}) = (R_{low} , G_{low} , B_{low})

30

として、誤差値が計算される：

$$\varepsilon^2 = (R_{low} + q - \bar{R})^2 + (G_{low} + q - \bar{G})^2 + (B_{low} + q - \bar{B})^2 \quad (4)$$

これは次のように簡略化される：

$$\varepsilon^2 = (\delta_R + q)^2 + (\delta_G + q)^2 + (\delta_B + q)^2 \quad (5)$$

式中、

$$\delta_R = R_{low} - \bar{R}, \quad \delta_G = G_{low} - \bar{G}$$

40

及び

$$\delta_B = B_{low} - \bar{B}$$

である。更に、 q （輝度変更子）は自由に選択されると仮定する。すなわち、 q は最適な

$$q = -\frac{\delta_R + \delta_G + \delta_B}{3}$$

に等しいと仮定する。この最適な q を式(5)に代入し、簡略化すると、以下が得られる
：

$$\varepsilon^2 = \frac{2}{3} \left(\delta_R^2 + \delta_G^2 + \delta_B^2 - \delta_R \delta_G - \delta_R \delta_B - \delta_G \delta_B \right) = \frac{2}{3} \xi \quad (6)$$

式中、

ξ

は括弧内の式である。

【0121】

しかし、より大きい値が赤色成分に対して選択される場合、すなわち、

$$(\hat{R}, \hat{G}, \hat{B}) = (R_{high}, G_{low}, B_{low})$$

10

であり、

$$R_{high} - \bar{R} \approx 36 + \delta_R$$

であることが使用される場合には、式(5)は次のように書き換えられる：

$$\varepsilon^2 \approx ((\delta_R + 36) + q)^2 + (\delta_G + q)^2 + (\delta_B + q)^2 \quad (7)$$

上記の式は、この場合の最適な

$$q \approx -\frac{\delta_R + 36 + \delta_G + \delta_B}{3}$$

20

を代入することにより、更に簡略化される：

$$\begin{aligned} \varepsilon^2 &\approx \frac{2}{3} \left(\delta_R^2 + \delta_G^2 + \delta_B^2 - \delta_R \delta_G - \delta_R \delta_B - \delta_G \delta_B + 36^2 + 36 \times 2\delta_R - \delta_G - \delta_B \right) \\ &= \frac{2}{3} \left(\xi + 36[36 + 2\delta_R - \delta_G - \delta_B] \right) \end{aligned} \quad (8)$$

2つの量子化色 (R_{low} , G_{low} , B_{low}) 又は (R_{high} , G_{low} , B_{low}) のうちのどちらが最適であるか、すなわち、どちらが最小の誤差値を与えるかを判定するために、式(8)の大括弧の中の余分な式が調査される。換言すると、 $36 + 2\delta_R - \delta_G - \delta_B < 0$ である場合、(R_{high} , G_{low} , B_{low}) が選択されるべきであり、それ以外の場合には、(R_{low} , G_{low} , B_{low}) が選択される ($36 + 2\delta_R - \delta_G - \delta_B = 0$ の場合、いずれのコードワードを選択してもよい)。この手順は、3つの色成分の低量子化及び高量子化の全ての可能な組合せに対して、すなわち平均色の全ての近傍量子化色に対して繰り返される。その結果が以下の表3に示される。

【0122】

30

【表3】

色コードワード	誤差値 ε^2
$R_{low}, G_{low}, B_{low}$	$\frac{2}{3} \xi$
$R_{high}, G_{low}, B_{low}$	$\frac{2}{3} (\xi + 36[36 + 2\delta_R - \delta_G - \delta_B])$
$R_{low}, G_{high}, B_{low}$	$\frac{2}{3} (\xi + 36[36 + 2\delta_G - \delta_R - \delta_B])$
$R_{low}, G_{low}, B_{high}$	$\frac{2}{3} (\xi + 36[36 + 2\delta_B - \delta_R - \delta_G])$
$R_{low}, G_{high}, B_{high}$	$\frac{2}{3} (\xi + 36[36 - 2\delta_R + \delta_G + \delta_B])$
$R_{high}, G_{low}, B_{high}$	$\frac{2}{3} (\xi + 36[36 - 2\delta_G + \delta_R + \delta_B])$
$R_{high}, G_{high}, B_{low}$	$\frac{2}{3} (\xi + 36[36 - 2\delta_B + \delta_R + \delta_G])$
$R_{high}, G_{high}, B_{high}$	$\frac{2}{3} \xi$

【0123】

30

尚、

 ξ

は、明示的に計算される必要はなく、使用する量子化レベル（色コードワード）を選択するために、表3の大括弧の中の式（誤差表現）のみが計算される必要がある。更に、色コードワード（ $R_{low}, G_{low}, B_{low}$ ）及び（ $R_{high}, G_{high}, B_{high}$ ）は、同一の誤差値を与える。これは、任意の q （輝度変更子値）に到達できるという仮定の下で言えることである。しかし、現実には、 q は、使用される変更子セット又は変更子サブセットの輝度変更子値、例えば表1の変更子値に限定される。表1によると、より小さな変更子値（ q ）は、より大きな値より高い精度で指定される。これは、

 $(\bar{R}, \bar{G}, \bar{B})$

40

が（ $R_{low}, G_{low}, B_{low}$ ）より（ $R_{high}, G_{high}, B_{high}$ ）に近接する場合、（ $R_{low}, G_{low}, B_{low}$ ）より（ $R_{high}, G_{high}, B_{high}$ ）を選択する方がよく、逆に、

 $(\bar{R}, \bar{G}, \bar{B})$

が（ $R_{high}, G_{high}, B_{high}$ ）より（ $R_{low}, G_{low}, B_{low}$ ）に近接する場合には、（ $R_{high}, G_{high}, B_{high}$ ）より（ $R_{low}, G_{low}, B_{low}$ ）を選択する方がよいことを示す。符号化の総時間は、単純符号化と比較して大きな変化はない。すなわち、 64×64 画素の画像は、100 ms未満内で圧縮される。

【0124】

（画像復号）

50

図7は、本発明に従って、符号化画像又は元の画像の符号化バージョンを復号する方法を示すフローチャートである。基本的には、符号化画像は、図3A又は図3Bの表現700等の画像ブロックのいくつかの圧縮表現又は符号化表現を含む。圧縮ブロック表現は、図1に関連して上述した画像符号化方法により生成されるのが好ましい。

【0125】

一般に、方法は、伸張する圧縮画像ブロックを識別することにより開始する。符号化画像の全ての圧縮画像ブロックが伸張され、元の画像の復号表現を生成することが可能である。あるいは、元の画像の一部のみがアクセスされる。その結果、選択された数の画像ブロックのみが伸張される必要がある（更に厳密には、特定の画像ブロックの選択された量の画像単位が伸張又は復号される必要がある）。

10

【0126】

方法はステップS40で開始し、ステップS40において、色表現は、画像ブロック中の画像単位のうち少なくとも1つに対して生成される。この色の生成は、圧縮ブロック表現の色コードワードに基づいて実行される。次のステップS41において、現在の画像ブロックに対して使用する伸張モードが選択される。このモード選択は、アルファコードワードに基づくが、好ましくはアルファコードワードの量子化アルファ値の比較に基づくか、あるいは量子化アルファ値のうち少なくとも1つの実効値又はビットパターンに基づく。図1の圧縮モード選択と同様に、ステップS41において、量子化アルファ値が異なる場合、第1の伸張モード（PAAモード）が選択され、（全ての）量子化アルファ値が等しい場合、第2の伸張モード（PATモード）が選択される。あるいは、モード関連量子化アルファ値がPAA専用（PAT専用）値と等しい場合、S41において、PAA（PAT）伸張モードが選択されるべきである。

20

【0127】

PAA伸張モードによると、ステップS42において、輝度変更子セットが提供される。この変更子セットは、圧縮ブロック表現の輝度コードワードに基づいて提供される。このセットの提供は、輝度コードワードを使用して、複数の変更子セットを含む表1等のテーブルから1つの輝度変更子セットを識別することにより実行されるのが好ましい。このテーブルは、双方のアルファブロック伸張モードに共通なテーブルであってもよく、又はモード適応テーブルであってもよい。しかし、いくつかのアプリケーションにおいて、輝度コードワード自体が変更子セットを含み、テーブルルックアップが必要ない場合もある。

30

【0128】

ステップS43において、伸張されるべき画像単位に対して使用する輝度変更子が選択される。変更子値は、画像単位と関連付けられた輝度インデックス又は画像単位が属する画像単位サブセットと関連付けられた輝度インデックスに基づいて、ステップS42で提供された変更子セットから選択される。PAA伸張モードにおいて、各画像単位が独自の輝度インデックスと関連付けられる場合、このインデックスは、変更子セットのサブセット中に見付けられる輝度変更子を指示するが好ましい。例えば、ステップS42で提供された輝度変更子セットが[-a, -b, b, a]である場合、（1ビット）輝度インデックスは、変更子値-a又はa（あるいは、例えば-b又はb）を表すことができるのが好ましい。しかし、所定の輝度インデックスが複数の（隣接する）画像単位のサブセットに割り当てられる場合、輝度インデックスは、変更子値-a、-b、b又はaのうちのいずれかを表すことができる。

40

【0129】

正確な輝度変更子値がステップS43において選択されると、ステップS44において、画像単位の輝度はその値で変更又は変調される。本発明による輝度変更は、色表現の全ての色成分を（場合によっては、重み付き）輝度変更子値により変更すること、例えば加算又は乗算することを示す。

【0130】

ステップS43及びS44は、画像ブロック中のいくつかの画像単位に対して実行され

50

る（線 L 7 により概略的に示される）。本発明によると、いくつかのアプリケーションにおいて、単一の画像単位のみが特定の画像ブロックから伸張されるか、又は特定の画像ブロックの複数の画像単位が伸張されるか、あるいは特定のブロックの全ての画像単位が伸張されるかが考えられる。

【 0 1 3 1 】

続くステップ S 4 5 において、複数のアルファ値、好ましくは 2 つのアルファ値が、アルファコードワードに基づいて画像ブロックに対して判定される。次のステップ S 4 6 において、アルファ値は、伸張される画像単位に対して選択され、割り当てられる。このアルファ値は、通常、関連する画像単位と関連付けられたアルファインデックスを使用して選択され、アルファインデックスシーケンスにおいて見付けられる。しかし、関連する画像単位が、関連するアルファインデックスを有さずに事前定義済みの関連するアルファ値を有する画像単位のサブセットに属する場合、ステップ S 4 6 において、事前定義済みアルファ値は識別され、画像単位に割り当てられる。ステップ S 4 6 は、画像ブロック中のいくつかの画像単位に対して実行される（線 L 8 により概略的に示される）。

10

【 0 1 3 2 】

あるいは、特に、圧縮ブロック表現の単一の又は少数の画像単位を伸張する時、ステップ S 4 6 において、アルファインデックス又は事前定義済み関連付けを介して画像単位と関連付けられたコードワードの量子化アルファ値が選択される。（非量子化）アルファ値は、選択された量子化アルファ値を使用して生成される。その結果、単一のアルファ値のみが生成され、ステップ S 4 5 は省略される。アルファインデックスに基づくこの選択は、アルファコードワードの量子化アルファ値を使用して生成された複数のアルファ値間で実行されるか、あるいは複数の量子化アルファ値間で実行される。

20

【 0 1 3 3 】

P A T 伸張モードがステップ S 4 1 において選択される場合、方法はステップ S 4 7 に継続する。ステップ S 4 7 において、輝度変更子セットは、輝度コードワードを使用して画像ブロックに対して提供されるが、輝度テーブルから提供されるのが好ましい。基本的には、このステップ S 4 7 はステップ S 4 2 に対応する。しかし、いくつかのアプリケーションにおいて、種々の輝度テーブルが P A A (ステップ S 4 2) 及び P A T (ステップ S 4 7) 伸張モードで使用される。次のステップ S 4 8 において、画像単位に対して使用する輝度変更子は、ステップ S 4 7 で提供された変更子セットから選択される。P A A 伸張モードに反し、各画像単位は、固有の輝度インデックスに関連付けられるのが好ましく、インデックスは、変更子セットの変更子値のいずれかを表すことができる。ステップ S 4 9 において、選択された輝度変更子は、画像単位の輝度を変更するために使用される。このステップ S 4 9 は、ステップ S 4 4 に対応する。2 つのステップ S 4 8 及び S 4 9 は、伸張されるべきブロック中の全ての画像単位に対して繰り返されるのが好ましい。これは、線 L 9 により概略的に示される。

30

【 0 1 3 4 】

続くステップ S 5 0 において、（単一の）アルファ値はアルファコードワードに基づいて生成されるが、コードワードの「有用な」量子化アルファ値に基づいて生成されるのが更に好ましい。ステップ S 5 1 において、このアルファ値は画像単位に割り当てられる。尚、このモードにおいて、1 つのアルファ値のみが生成され、そのため、アルファ値の選択が必要とされないのが好ましい。生成されたアルファ値は、伸張されるべき画像単位に割り当てられるのが好ましい。これは、線 L 1 0 により概略的に示される。

40

【 0 1 3 5 】

ステップ S 4 0 ~ S 4 6 又はステップ S 4 0 ~ S 5 1 は、復号されるべき画像単位を含む全ての画像ブロックに対して繰り返されるのが好ましい（線 L 1 1 により概略的に示される）。これは、ステップ S 4 0 ~ S 4 6 又はステップ S 4 0 ~ S 5 1 のループが 1 回のみ実行されることもあるが、殆どの場合、種々の圧縮画像ブロックに対して数回及び / 又は特定の圧縮画像ブロックに対して数回実行される。

【 0 1 3 6 】

50

オプションのステップ S 5 2において、元の画像の復号表現又は元の画像の一部が、伸張画像単位及びブロックに基づいて生成される。尚、いくつかのアプリケーションにおいて、いくつかの画像単位は、復号表現の单一の画素、テクセル又はボクセルをレンダリングするために伸張される必要がある。例えば、3次元線形補間中、8つの画像単位が伸張され、2次元線形補間の場合、対応する数は4つの画像単位である。このことは、当業者には周知である。方法は、ここで終了する。

【 0 1 3 7 】

同一の輝度テーブルが双方の伸張モードで使用される場合、図7の復号方法は、異なるモードへの分岐が伸張手順において後で実行されるように変更される。そのような場合、色表現の生成及びアルファ値の生成、並びに場合によっては変更子セットの提供は、伸張モードの選択に先行する。モード別の動作は、PAAモードでのアルファ値の選択及び割当て、並びにPATモードでのアルファ値の割当てである。

10

【 0 1 3 8 】

図8は、本発明の画像復号方法の追加のステップを示すフローチャートである。方法は、ステップ S 6 0 から開始する。ステップ S 6 0 において、画像は、アルファ画像として復号されるべきか、又は非アルファ（アルファなし）画像として復号されるべきかを調査する。この選択は、画像に関連付けられた（グローバル）アルファ画像インデックスに基づくのが好ましい。

【 0 1 3 9 】

画像がアルファ画像である場合、方法はステップ S 6 1 に継続する。このステップ S 6 1 において、伸張されるべき個々の画像ブロックは、アルファブロック又は非アルファブロックに分類される。この分類は、圧縮ブロック表現に含まれるアルファブロックインデックスに基づいて実行されるのが好ましい。このアルファブロックインデックスが 1_{bin} (あるいは 0_{bin}) である場合、画像ブロックはアルファブロックであり、アルファ伸張モード、すなわち図7に関連して上述したモードのうち1つを使用して伸張されるべきである。方法は、図7のステップ S 4 0 に継続する。

20

【 0 1 4 0 】

画像ブロックが非アルファブロックに分類される場合、ステップ S 6 2 において、画像ブロックは、非アルファブロック伸張モード（PAPモード）に従って伸張されるべきである。このPAPモードは、基本的には、図7のステップ S 4 0 、 S 4 2 (又は S 4 7) 、 S 4 3 (又は S 4 8) 及び S 4 4 (又は S 4 9) を含む。従って、色表現は、色コードワードを使用してブロック中の画像単位に対して生成される。輝度変更子セットは、輝度コードワードを使用して提供されるが、輝度テーブルから提供されるのが好ましい。このテーブルは、このモード、並びにPAAモード及びPATモードに共通であってもよい。しかし、このPAPモードに適応された輝度テーブルを使用するのが好都合であろう。輝度変更子は、提供されたセットから輝度インデックスシーケンスを使用して選択され、画像単位の輝度は変更される。

30

【 0 1 4 1 】

ステップ S 6 1 のブロックの分類、及びアルファブロック伸張モード（図7）のうちの1つ又は非アルファブロック伸張モード（ステップ S 6 2 ）に従うブロックの伸張は、復号されるべき画像単位を含む画像の全ての圧縮画像ブロックに対して繰り返されるのが好ましい。これは、線 L 1 2 により概略的に示される。

40

【 0 1 4 2 】

ステップ S 6 0 で非アルファ画像に分類された符号化画像は、非アルファ画像伸張モードを使用して復号されるべきである。オプションのステップ S 6 3 において、現在の圧縮ブロックに対して使用する非アルファ伸張モードが選択される。利用可能な非アルファモードが1つである場合、ステップ S 6 3 におけるモード選択は必要ない。次のステップ S 6 4 において、圧縮画像ブロック又は圧縮画像ブロックの少なくとも一部は、この（場合によっては、選択された）非アルファ画像モードを使用して伸張される。そのような好適な非アルファ画像伸張モードであるPAモードは、基本的には、PAP伸張モードに対応

50

する。主な相違点は、P A 伸張モードは好ましくは最大 16 個の異なる変更子セット (4 ビット輝度コードワードのため) を含む輝度テーブルを利用でき、P A P 伸張モードは最大 8 つの異なる変更子セット (3 ビット輝度コードワードのため) を含む輝度テーブルを使用するのが好ましいことである。P A 伸張方式の拡張方式において、2 つの非アルファ画像伸張モード間の選択 (P P モード又はP C モード) は、各ブロックに対して行なわれる。そのような場合、ステップ S 6 3 は、好ましくは圧縮ブロックに含まれる (P P 又はP C) モードインデックスに基づいて、現在のブロックに対してそれら 2 つのモードのうちどちらを使用するかをブロック毎に選択する。P P 伸張モードは P A 方式に類似する。しかし、圧縮画像ブロックは、4 ビット輝度インデックスの代わりに 1 ビット P P モードインデックス及び 3 ビット輝度インデックスを含むのが好ましい。P C 伸張モードは、1 つの色コードワード及び 1 つの輝度コードワードの代わりに 2 つの色コードワードを使用する。その結果、伸張を行なう間、それら 2 つのコードワードを使用して、ブロックに対して 2 つの色表現が生成される。復号される画像単位は、好ましくは色インデックス又は要素とコードワードとの事前定義済み関連付けに基づいて、2 つの色表現から選択された 1 つの色表現を割り当てられる。
10

【 0 1 4 3 】

ステップ S 6 3 及び S 6 4 は、圧縮されるべき非アルファ画像の全ての画像ブロックに対して実行されるのが好ましい。これは、線 L 1 3 により概略的に示される。

【 0 1 4 4 】

図 9 は、図 7 の色表現生成ステップ S 4 0 の一実施形態を更に詳細に示す。方法は、ステップ S 7 0 で開始する。ステップ S 7 0 において、好ましくは 9 ビットである色コードワードの量子化色は、好ましくは 24 ビットに拡大又は拡張される。R G B 色の場合、色コードワードの各量子化 3 ビット色成分は、8 ビット色成分に拡張される。この色の拡張は、3 ビットパターンを繰り返して 8 ビット色ワードにすることにより実現されてもよい。換言すると、 101_{bin} の 3 ビット色成分は 10110110_{bin} に拡張される。ステップ S 7 1 において、拡張色は、復号される画像ブロックの画像単位に割り当てられる。方法は、図 7 のステップ S 4 1 に継続する。
20

【 0 1 4 5 】

図 10 は、ステップ S 4 2 ~ S 4 6 又はステップ S 4 7 ~ S 5 1 を更に詳細に示すフローチャートである。方法は、図 7 のステップ S 4 1 から継続する。次のステップ S 8 0 において、輝度変更子セットは、輝度コードワードに基づいて輝度テーブルから選択される。この輝度テーブルは、共通のテーブルでもよく、モード別のテーブルでもよい。輝度テーブルに格納された輝度変更子セットが、変更子値の第 1 のサブセット、例えば [a, b] を含む場合、輝度変更子値の第 2 のサブセットは、第 1 のサブセットの値から判定され、例えば [-a, -b] となる。次のステップ S 8 1 において、画像単位の輝度は、選択された変更子セットの輝度変更子を拡張色に加算することにより変更される。従って、この変更子値は、画像単位に対する色の全ての成分 (R G B 色の場合、3 つの成分全て) に加算される。これは、変更子値を全ての色成分に単純に加算することにより実現される。しかし、いくつかのアプリケーションにおいて、変更子値を成分に加算する前に、変更子値を重み付けするのが好ましい。そのような場合、種々の重みが種々の色成分に対して採用される。別の実施形態において、単純に加算する以外の変更の方法、例えば乗算又は X O R が採用されてもよい。そのような場合、輝度変更子値が成分に対して異なる重み付けをされてもよいが、全く同一の輝度変更子値を使用して、同一の変調が拡張色の全ての成分に対して実行される。
30
40

【 0 1 4 6 】

次のステップ S 8 2 において、得られた輝度変更済み色成分値は、最小色閾値と最大色閾値との間にクランプされる。例えば、輝度変更子値 (可能であれば重み付けされた) を色成分に加算した後、得られた値が最小閾値より小さい場合、その値は、最小閾値の値にクランプされる。それに対応して、得られた値が最大閾値より大きい場合、閾値の値がその成分に対して使用されるべきである。色成分において 256 個の異なるレベルがある場
50

合、最小閾値及び最大閾値の例は、それぞれ 0 及び 255 であるが、これらに限定されない。

【0147】

続くステップ S 83において、使用されるアルファブロック伸張モードによって 1つ又は複数の（8ビット）アルファ値が、量子化アルファ値を拡張することにより生成される。PAAモードにおいて、この拡張は、各量子化アルファ値の2ビットパターンを繰り返すことにより実現される。例えば、量子化アルファ値 01_{bin} は、アルファ値 85 (0.3333) に対応する8ビット値 $0101\ 0101_{bin}$ に拡張される。PATモードにおいて、量子化アルファ値のうち 1 つの量子化アルファ値の単一ビットのみが、アルファ値を生成するために使用されるのが好ましい。例えば、この単一ビットが 1_{bin} (0_{bin}) である場合、8ビットアルファ値は、例えば 170 又は 0.6667 (85 又は 0.3333) に対応する $1010\ 1010_{bin}$ ($0101\ 0101_{bin}$) となる。

【0148】

モード関連量子化アルファ値が使用される場合、（アルファ）ルックアップテーブルは、アルファ値に拡張される量子化アルファ値を判定するために採用される。以下の表 4において、A はモード関連量子化アルファ値を表し、B はデータ搬送量子化アルファ値である。

【0149】

【表 4】

αA	αB	第 1 の量子化アルファ値	第 2 の量子化アルファ値	
00_{bin}	00_{bin}	00_{bin}	01_{bin}	
01_{bin}	00_{bin}	00_{bin}	10_{bin}	
10_{bin}	00_{bin}	00_{bin}	11_{bin}	
00_{bin}	01_{bin}	01_{bin}	00_{bin}	
01_{bin}	01_{bin}	01_{bin}	10_{bin}	
10_{bin}	01_{bin}	01_{bin}	11_{bin}	30
00_{bin}	10_{bin}	10_{bin}	00_{bin}	
01_{bin}	10_{bin}	10_{bin}	01_{bin}	
10_{bin}	10_{bin}	10_{bin}	10_{bin}	
00_{bin}	11_{bin}	11_{bin}	11_{bin}	
01_{bin}	11_{bin}	11_{bin}	00_{bin}	
10_{bin}	11_{bin}	11_{bin}	01_{bin}	40

【0150】

尚、A が 11_{bin} に等しい場合、PATモードが使用されるべきであり、等しくない場合、PAAモードが採用される。PAA画像ブロックに対して表 4 を使用することにより、アルファ値に拡張する（アルファインデックス又は事前定義済み関連付けに基づいて）量子化アルファ値の識別が可能になる。実際の拡張は、上述と同様に実行される。表 4 から更に分かるように、データ搬送量子化アルファ値 B と第 1 の量子化アルファ値との間に一対一の対応関係が存在するが、モード関連量子化アルファ値 A と第 2 の量子化アルファ値との間にその対応関係は存在しない。

【0151】

方法は、図 7 のステップ S 46 又は S 51 に継続する。

10

20

30

40

50

【0152】

符号化画像ブロックの復号を以下の4つの例により示す。最初の2つの例においては、図3Aに示されるような圧縮ブロック表現、図2Aに示されるような画像ブロック及び表1による輝度テーブルが仮定される。第3の例においては、圧縮ブロック表現が図3Bに従い、第4の例においては、表4が採用される。

【0153】

(復号の例1)

画像ブロックの圧縮表現は、 $1\ 101\ 0\ 010\ 1\ 001\ 1\ 011\ 1\ 1011000\ 01\ 11\ 00\ 10_{bin}$ である。ここで、ビット0はモードインデックスであり、ビット1～3は色コードワードの赤色成分であり、ビット4はアルファコードワードの第1の量子化アルファ値のMSBであり、ビット5～7は色コードワードの緑色成分であり、ビット8は第1の量子化アルファ値のLSBであり、ビット9～11は色コードワードの青色成分であり、ビット12はアルファコードワードの第2の量子化アルファ値のMSBであり、ビット13～15は輝度コードワードであり、ビット16は第2の量子化アルファ値のLSBであり、ビット17～23はアルファインデックスサブシーケンスであり、ビット24～31は輝度インデックスのサブシーケンスである。

【0154】

色コードワードは、画像ブロックの色表現を生成するために復号(拡張)される。色コードワードの各色成分は3ビットであるが、3ビットパターンを繰り返して8ビットワードにすることにより8ビットに拡張される：

赤色： 10110110_{bin} 182

緑色： 01001001_{bin} 73

青色： 00100100_{bin} 36

拡張色は、画像ブロックの画像単位に割り当てられ、以下の結果を与える：

(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)
(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)

ブロックの2つの量子化アルファ値は比較される。 10_{bin} (第1の量子化アルファ値)が 11_{bin} (第2の量子化アルファ値)とは異なるため、ブロックは、PAA伸張モードに従って復号されるべきである。

【0155】

使用する正確な輝度変更子セットは、輝度コードワードに基づいて表1から選択される。表1で分かるように、 011_{bin} の輝度コードワードは、輝度変更子[-127, -41, 41, 127]に対応する。

【0156】

輝度インデックスのシーケンスにより、以下の式に従って、4つの変更子値から種々の画像単位に対して使用する変更子値を識別することが可能になる：

$$\begin{bmatrix} 11_{bin} \\ 10_{bin} \\ 00_{bin} \\ 01_{bin} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -127 \\ -41 \\ 41 \\ 127 \end{bmatrix}$$

PAAモードの本実施形態において、各輝度インデックスは、ブロック中の2つの隣接する画像単位と関連付けられる。

【0157】

第1の輝度インデックスは 01_{bin} である。これは、第1の輝度変更子値127が第1の画像単位サブセットの3つの成分全てに加算されるべきであることを示す：

$$\begin{bmatrix} 182 \\ 73 \\ 36 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 127 \\ 127 \\ 127 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 309 \\ 200 \\ 163 \end{bmatrix}$$

得られた成分は、0と255との間にクランプされ、その結果として(255, 200, 163)を与える。部分的に復号された画像ブロックは以下のようになる：

(255, 200, 163)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)
(255, 200, 163)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)

10

この例において、同一の輝度変更子が、同一の列に位置付けられた2つの画像単位に対して使用される。しかし、これは単に例として示されるべきである。あるいは、同一の行の2つの隣接する画像単位は、同一の輝度変更子を割り当てられる。

【0158】

次の画像単位サブセットの場合、輝度インデックスは 11_{bin} である。すなわち、輝度変更子-127は、3つの色成分全てに加算されるべきである。クランプ後の結果は(55, 0, 0)となる。ブロック中の全ての画像単位に対してこの手順を繰り返すことにより、以下に示される部分的に復号された画像ブロックが作成される：

(255, 200, 163)	(55, 0, 0)	(223, 114, 77)	(141, 32, 0)
(255, 200, 163)	(55, 0, 0)	(223, 114, 77)	(141, 32, 0)

20

2つの量子化アルファ値 10_{bin} 及び 11_{bin} は、8ビットアルファ値に拡張される：

第1のアルファ値： 10101010_{bin} 170 0.6667

第2のアルファ値： 11111111_{bin} 255 1.0

この例において、第1の画像単位は、第1のアルファ値（又は第1の量子化アルファ値と同様の値）と常に関連付けられ、従って、アルファ値170を割り当てられる。ブロック中の残りの画像単位に対しては、アルファインデックスサブシーケンスがアルファ値を選択するために使用される。第2の画像単位（同一の行において隣接する）は、第2のアルファ値、すなわち255を表すアルファインデックス 1_{bin} を有する。この値の割当てを継続することにより、以下の最終的な復号ブロックが結果として得られる：

30

(255, 200, 163, 170)	(55, 0, 0, 255)	(223, 114, 77, 170)	(141, 32, 0, 255)
(255, 200, 163, 255)	(55, 0, 0, 170)	(223, 114, 77, 170)	(141, 32, 0, 170)

（復号の例2）

この例において、PAA伸張モードの別の実施形態が、画像ブロックの圧縮表現1 101 0 010 1 001 1 011 1 1011000 01110010_{bin}に適用される。上述に対応して、ビット0はモードインデックスであり、ビット1～3は色コードワードの赤色成分であり、ビット4は第1の量子化アルファ値のMSBであり、ビット5～7は色コードワードの緑色成分であり、ビット8は第1の量子化アルファ値のLSBであり、ビット9～11は色コードワードの青色成分であり、ビット12は第2の量子化アルファ値のMSBであり、ビット13～15は輝度コードワードであり、ビット16は第2の量子化アルファ値のLSBであり、ビット17～23はアルファインデックスサブシーケンスであり、ビット24～31はブロックの画像単位に対する輝度インデックスのサブシーケンスである。

40

【0159】

色表現は、復号の例1と同様に生成され、以下のような部分的に復号されたブロックを結果として与える：

(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)
(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)

同一の輝度変更子セット ([-127, -41, 41, 127]) は、復号の例 1 と同様に表 1 から選択される。しかし、本実施形態において、[-127, 127] の変更子値を含むサブセットのみが、ブロックに対して利用可能である。そのような場合、輝度インデックス 0_{bin} は変更子 127 を表し、 1_{bin} は -127 を表す。

【 0 1 6 0 】

第 1 の輝度インデックスは 0_{bin} である。これは、第 1 の輝度変更子値 127 が第 1 の画像単位の 3 つの成分全てに加算されるべきであることを示す：

$$\begin{bmatrix} 182 \\ 73 \\ 36 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 127 \\ 127 \\ 127 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 309 \\ 200 \\ 163 \end{bmatrix}$$

得られた成分は 0 と 255 との間にクランプされ、その結果として (255, 200, 163) を与える。部分的に復号された画像ブロックは以下のようになる：

(255, 200, 163)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)
(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)

次の画像単位に対して、輝度インデックスは 1_{bin} である。すなわち、輝度変更子 -127 は、3 つの色成分全てに加算されるべきである。クランプ後の結果は (55, 0, 0) となる。ブロック中の全ての画像単位に対してこの手順を繰り返すことにより、以下に示されるような部分的に復号された画像ブロックが作成される：

(255, 200, 163)	(55, 0, 0)	(55, 0, 0)	(55, 0, 0)
(255, 200, 163)	(255, 200, 163)	(55, 0, 0)	(255, 200, 163)

アルファ値の生成は、復号の例 1 と同様であり、ここでは繰り返さない。最終的な復号画像ブロックは、以下のようになる：

(255, 200, 163, 170)	(55, 0, 0, 255)	(55, 0, 0, 170)	(55, 0, 0, 255)
(255, 200, 163, 255)	(255, 200, 163, 170)	(55, 0, 0, 170)	(255, 200, 163, 170)

(復号の例 3)

画像ブロックの圧縮表現は、1 101 0 010 1 001 0 011 11 01 10 00 01 11 00 10_{bin} である。ここで、ビット 0 はモードインデックスであり、ビット 1 ~ 3 は色コードワードの赤色成分であり、ビット 4 はビット 12 のコピーであり、ビット 5 ~ 7 は色コードワードの緑色成分であり、ビット 8 はビット 16 のコピーであり、ビット 9 ~ 11 は色コードワードの青色成分であり、ビット 12 はアルファコードワードの「有用な」量子化アルファ値であり、ビット 13 ~ 15 は輝度コードワードであり、ビット 16 ~ 31、ビット 24 ~ 31 は、ブロックの画像単位に対する輝度インデックスのシーケンスである。

【 0 1 6 1 】

アルファコードワードの 2 つの量子化アルファ値 01_{bin} (ビット 4 及びビット 8) 及び 01_{bin} (ビット 12 及びビット 16) が等しいため、PAT 伸張モードがこのブロックに対して使用される。

【 0 1 6 2 】

ブロックの色表現は、復号の例 1 に従って生成され、以下のような部分的に復号されたブロックを結果として与える：

10

20

30

40

50

(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)
(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)

輝度コードワード011_{bin}は、復号の例1及び例2と同一の輝度変更子セットが現在のブロックに対して使用されるべきであることを示す。しかし、これは、共通の輝度テーブルが復号の例1～例3の2つのアルファブロック伸張モードにおいて使用されるためである。輝度コードワードが全ての例において同一であっても、この復号の例3の変更子セットが復号の例1及び例2の変更子セット以外の変更子値を含むことができるように、モード別輝度テーブルを使用することが可能である。

10

【0163】

第1の輝度インデックスは11_{bin}である。これは、第1の輝度変更子値-127が第1の画像単位の3つの成分全てに加算されるべきであることを示す：

$$\begin{bmatrix} 182 \\ 73 \\ 36 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -127 \\ -127 \\ -127 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 55 \\ -54 \\ -91 \end{bmatrix}$$

得られた成分は、0と255との間にクランプされ、その結果として(55, 0, 0)を与える。部分的に復号された画像ブロックは以下のようになる：

20

(55, 0, 0)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)
(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)	(182, 73, 36)

次の画像単位に対して、輝度インデックスは01_{bin}である。すなわち、輝度変更子127は、3つの色成分全てに加算されるべきである。クランプ後の結果は、(255, 200, 163)となる。ブロック中の全ての画像単位に対してこの手順を繰り返すことにより、以下に示されるような部分的に復号された画像ブロックが作成される：

30

(55, 0, 0)	(255, 200, 163)	(141, 32, 0)	(223, 114, 77)
(255, 200, 163)	(55, 0, 0)	(223, 114, 77)	(141, 32, 0)

その後、画像単位に対するアルファ値が生成される。尚、PATモードにおいて、単一のアルファ値は、全ての画像単位に対して生成される。第2の量子化アルファ値のMSB(ビット12)は、このアルファ値を生成するために使用される。この例において、そのビットは0_{bin}であり、それは、0101 0101_{bin} 85 0.3333に拡張される。値85は全ての画像単位に割り当てられ、その結果、最終的な復号画像ブロック表現は以下のようになる：

40

(55, 0, 0, 85)	(255, 200, 163, 85)	(141, 32, 0, 85)	(223, 114, 77, 85)
(255, 200, 163, 85)	(55, 0, 0, 85)	(223, 114, 77, 85)	(141, 32, 0, 85)

(復号の例4)

画像ブロックの圧縮表現は、1 101 0 010 1 001 1 011 1 1011000 01 11 00 10_{bin}である。ここで、ビット0はモードインデックスであり、ビット1～3は色コードワードの赤色成分であり、ビット4はアルファコードワードのモード関連量子化アルファ値のMSBであり、ビット5～7は色コードワードの緑色成分であり、ビット8はモード関連量子化

50

アルファ値の LSB であり、ビット 9 ~ 11 は色コードワードの青色成分であり、ビット 12 はアルファコードワードのデータ搬送量子化アルファ値の MSB であり、ビット 13 ~ 15 は輝度コードワードであり、ビット 16 はデータ搬送量子化アルファ値の LSB であり、ビット 17 ~ 23 はアルファインデックスサブシーケンスであり、ビット 24 ~ 31 は輝度インデックスのサブシーケンスである。

【 0 1 6 4 】

色表現の生成及び色成分の輝度変更は、上記復号の例 1 と同様に実行される。部分的に復号されたブロック表現は以下のようになる：

(255, 200, 163)	(55, 0, 0)	(223, 114, 77)	(141, 32, 0)
(255, 200, 163)	(55, 0, 0)	(223, 114, 77)	(141, 32, 0)

10

モード関連量子化アルファ値 (A) は 10_{bin} であり、データ搬送量子化アルファ値 (B) は 11_{bin} である。表 4 を参照すると、アルファコードワード値の組合せは、 11_{bin} 及び 10_{bin} の第 1 の量子化アルファ値を表す。それら量子化値は、8 ビットアルファ値に拡張される：

第 1 のアルファ値 : 11111111_{bin} 255 1.0

第 2 のアルファ値 : 10101010_{bin} 170 0.6667

例 1 において概要を示した原理によると、最終的な復号ブロックは以下のようになる：

(255, 200, 163, 255)	(55, 0, 0, 170)	(223, 114, 77, 255)	(141, 32, 0, 170)
(255, 200, 163, 170)	(55, 0, 0, 255)	(223, 114, 77, 255)	(141, 32, 0, 255)

20

(実現例の説明)

本発明による画像符号化 (画像ブロック符号化) 及び画像復号 (画像ブロック復号) 方式は、画像を処理及び / 又はレンダリングするように構成されたユーザ端末又は他のユニット等の汎用データ処理システムに提供される。そのような端末は、コンピュータであってもよい。しかし、本発明は、パーソナルデジタルアシスタンス (PDA) 、移動ユニット及び移動電話等のシンクライアントに非常に適する。そのような端末は、通常、メモリ容量及びメモリ帯域幅が制限されることを特徴とし、バッテリ、すなわち制限された電源により電力が供給される。本発明による符号化及び復号の双方が、ハードウェア、ソフトウェア、あるいはハードウェア及びソフトウェアの組合せで非常に単純に実現でき、符号化画像ブロックの最大サイズが僅か 32 ビットであるのが好ましいため、本発明をシンクライアントに適用することは好都合である。

30

【 0 1 6 5 】

(画像処理端末)

図 11 は、移動ユニットにより表される画像処理端末 100 を示す。しかし、本発明は、移動ユニットに限定されず、他の端末及びデータ処理ユニットにおいて実現されてもよい。本発明に直接関連する移動ユニット 100 の手段及び要素のみが図示される。

30

【 0 1 6 6 】

移動ユニット 100 は、移動ユニット 100 内で画像データを含むデータを処理する (中央) 処理装置 (CPU) 200 を具備する。グラフィックシステム 130 は、画像及び図形データを管理するために移動ユニット 100 に提供される。特に、グラフィックシステム 130 は、接続画面 120 又は他の表示装置に画像をレンダリング又は表示する。移動ユニット 100 は、データを格納するための記憶装置又はメモリ 140 を更に具備する。このメモリ 140 において、画像データ、特に本発明による符号化画像データ (圧縮画像ブロック) が格納されてもよい。画像ブロックの全体のサイズが小さく (32 ビット) 、圧縮率が高い (4 bpp) のため、メモリ容量が制限される移動ユニット 100 の場合でも、画像データはメモリ 140 に効率的に格納される。

40

【 0 1 6 7 】

50

本発明による画像符号器 210 は、移動ユニット 100 に提供される。この符号器 210 は、画像又はテクスチャを画像（又はテクスチャ）の符号化表現に符号化するように構成される。上述したように、そのような符号化表現は、複数の圧縮画像ブロックのシーケンス又はファイルを含む。図示されるように、この画像符号器 210 は、CPU200 上で実行するソフトウェアとして提供されてもよい。あるいは、又はそれに加えて、符号器 210 は、移動ユニット 100 のグラフィックシステム 130 又はその他の場所に配置される。

【 0168 】

ブロック符号器 210 からの画像の符号化表現は、後で画像がレンダリングされるまで格納しておくために、（メモリ）バス 150 を介してメモリ 140 に提供されてもよい。あるいは、又はそれに加えて、符号化画像データは、入出力（I/O）ユニット 110 に転送され、他の外部端末又はユニットに対して（無線又は有線）送信されてもよい。この I/O ユニット 110 は、外部ユニットから画像データを受信できる。この画像データは、画像符号器 210 により符号化されるべき画像又は復号されるべき符号化画像である。例えば、グラフィックシステム 130 に提供される専用テクスチャメモリに符号化画像表現を格納することも可能である。更に、符号化画像の一部は、専用テクスチャメモリに加えて又はその代わりに、例えばグラフィックシステム 130 の（テクスチャ）キャッシュメモリに（一時的に）格納される。本発明の安価（複雑性に関して）で高速な伸張の大きな利点は、迅速に簡単にアクセスするために、圧縮画像ブロックがキャッシュに少なくとも一時的に格納されてもよいことである。これは、高圧縮率により更に容易になる。高圧縮率により、非圧縮（R G B A 8 8 8 8）ブロックデータと比較して 8 倍の量の画像ブロックデータをキャッシュに同時に格納できる。

【 0169 】

（メモリ）バス 150 が 32 ビットの最大帯域幅を有する場合、本発明の 1 つの符号化画像表現をメモリ 140 から取り出す又は読み出すために要求されるメモリアクセスは 1 回である。しかし、バス 150 がより大きな帯域幅容量、例えば 64 ビット又は 128 ビットを有する場合、複数の符号化画像表現が 1 回のメモリアクセスで取り出される。例えば、バス 150 が 64 ビットであり、画像ブロックサイズは図 2A の通りであると仮定する。画像ブロックが図 2A に従い、「順次上に」積み重ねられる場合、あるいは、画像ブロックが図 2B に従い、「並列に」並べられる場合、1 つの画像ブロックは、メモリ 140 の後続の画像ブロックと共に 4×4 平方の画像単位を形成する。しかし、図 2A（図 2B）のブロックが「並列に」（「順次上に」）配置される場合、画像ブロックは、次のブロックと共に 2×8 のボックスを形成する。テクスチャキャッシングシステムの形式が採用される場合、所望の画像単位を発見する確率は 2×8 のボックスよりも 4×4 平方の方が高いため、 4×4 平方がより好ましい。

【 0170 】

復号画像表現を生成するため、符号化画像を復号する本発明による画像復号器 220 は、移動ユニット 100 に提供される。この復号表現は、元の画像全体又は元の画像の一部に対応する。画像復号器 220 は、グラフィックシステム 130 に復号画像データを提供する。グラフィックシステム 130 は、通常、データが画面 120 にレンダリング又は提示される前にデータを処理する。図示されるように、画像復号器 220 は、グラフィックシステム 130 に配置される。あるいは、又はそれに加えて、復号器 200 は、移動ユニット 100 の CPU200 又はその他の場所で実行するソフトウェアとして提供される。

【 0171 】

移動ユニット 100 は、図示されるように、画像符号器 210 及び画像復号器 220 の双方を具備できる。しかし、端末 100 によっては、画像符号器 210 のみを含むことができる。そのような場合、符号化画像データは別の端末に送信され、その別の端末は、画像の復号及び場合によってはレンダリングを実行する。また、端末 100 は、画像復号器 220 のみを含むことができる。すなわち、端末 100 は符号器を含まない。そのような端末 100 は、別の端末から符号化画像データを含む信号を受信し、その信号を復号して

10

20

30

40

50

、復号画像表現を生成する。従って、符号化画像信号は、無線送信機及び無線受信機を使用して端末間で無線送信される。あるいは、端末間で画像及び符号化画像表現を配布する他の技術、例えばIRポートを使用するIR技術、Bluetooth及び端末間での画像データの有線転送等が採用される。また、端末間で接続及び交換されるメモリカード又はメモリチップは、この端末間の画像データの配布に使用できる。

【0172】

移動ユニット100のユニット110、130、200、210及び220は、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。

【0173】

(符号器)

10

図12は、本発明による画像符号器210の一実施形態を示すブロック図である。符号器210は、通常、入力画像をいくつかの画像ブロックに分解又は分割する画像分解器212を含む。分解器212は、画像を8つの画像単位を含む画像ブロックに分解するよう構成されるのが好ましい。分解器212は、異なる入力画像を異なるサイズの画像ブロックに分解できる。そのような場合、分解器212は入力情報を受信し、それにより、所定の画像に対して使用する画像ブロックフォーマットを識別できるのが好ましい。

【0174】

画像符号器210は、画像をアルファ画像又は非アルファ画像に分類する画像解析器214を含むのが好ましい。この解析器214は、例えば、画像データと共に格納されることにより画像と関連付けられたグローバルアルファ画像インデックスに基づいて、分類を実行できる。あるいは、解析器は、画像の画像単位のプロパティ（アルファ値又は量子化アルファ値）の調査に基づいて画像分類を実行できる。画像符号器210がアルファ画像に対してのみ動作する場合、この画像解析器214は省略される。更に、画像解析器の機能性は、ブロック符号器300に含めてもよい。

20

【0175】

画像符号器210の本実施形態は、単一のブロック符号器300を含む。ブロック符号器300は、画像分解器から受信した画像ブロックを符号化して、符号化ブロック表現を生成する。アルファブロック圧縮モード（PAA又はPAT）で動作している時、どのような画像ブロック表現は、色コードワード、輝度コードワード、アルファコードワード及びインデックスに関連付けられた画像単位のシーケンスを含む。ブロック表現の全体のサイズは、非符号化画像ブロックの対応するサイズより非常に小さい。ブロック符号器300は、分解器212からの各画像ブロックを順次処理（符号化）するように構成されるのが好ましい。

30

【0176】

ブロック符号器300は、複数の輝度変更子セットを含む少なくとも1つの輝度テーブル500を含むか又は輝度テーブル500にアクセスできるのが好ましい。テーブル500の変更子セットは、輝度コードワード及び場合によっては色コードワードの生成に使用される。輝度テーブル500は、画像符号器210のブロック符号器300又はその他の場所に配置される。

40

【0177】

画像符号器210は、全ての異なる圧縮モードで使用される単一の輝度テーブル500を含むことができる。あるいは、いくつかの異なるテーブルが符号器210に配置される。ここで、テーブルの輝度変更子は、異なる圧縮モード及び/又は異なる画像の種類に適応されるか、あるいはテーブルが特定の画像に適応される。

【0178】

画像符号器210のユニット212、214及び300は、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。ユニット212、214、300及び500は、画像符号器210に共に実現されてもよい。あるいは、ユニットの一部がユーザ端末の他の場所に提供される分散型の実施形態も可能である。

【0179】

50

図13は、本発明による画像符号器210の別の実施形態を示すブロック図である。画像符号器210は、図12の実施形態と同様に、画像分解器212及び画像解析器214を含む。それについて、更なる説明は行なわない。しかし、符号器210は、複数の(Mが2以上の正の整数である場合、M個の)ブロック符号器300 1~300 Mを含む。そのようなブロック符号器300 1~300 Mの各々は、基本的には、図12の画像符号器のブロック符号器に対応する。画像符号器210に複数のブロック符号器300 1~300 Mを提供することにより、分解器212からの複数の画像ブロックは、同時に処理(符号化)されてもよく、それにより、画像符号化の総時間は減少される。あるいは、ブロック符号器300 1~300 Pの第1のサブセットは、PAA圧縮モードに従って画像ブロックを圧縮するように動作し、残りのサブセットである符号器300 10 P+1~300 Mは、PAT圧縮モードに従って動作する(1 < P < M)。別の実施形態において、ブロック符号器300 1~300 Pの第1のサブセットは、アルファ画像を圧縮するために、すなわちPAA、PAT及びPAPモードのうち1つに従って動作される。残るブロック符号器300 P+1~300 Mは、非アルファ画像(PAモード、又はPP及びPCモード)に対して使用される。そのような場合、画像解析器214は、関連する圧縮モードに従って動作可能な1つの(又は複数の)正確なブロック符号器を起動する圧縮モードコマンドを生成するのが好ましい。

【0180】

ブロック符号器300 1~300 Mの各々は、輝度テーブル500を含む。種々の符号器300 1~300 Mの輝度テーブル500の全てには、同一の輝度変更子値を含むことができる。あるいは、モード別輝度テーブルが、符号器300 1~300 Mにより採用される。別の実現例において、単一の輝度テーブル500が画像符号器210に配置され、全てのブロック符号器300 1~300 Mに接続される。

【0181】

画像符号器210のユニット212、214及び300 1~300 Mは、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。ユニット212、214、300 1~300 M及び500は、画像符号器210に共に実現されてもよい。あるいは、ユニットの一部がユーザ端末の他の場所に提供される分散型の実施形態も可能である。

【0182】

図14は、図12の画像符号器のブロック符号器又は図13の画像符号器のブロック符号器のうちの1つのブロック符号器等の本発明によるブロック符号器300の一実施形態を示すブロック図である。符号器300はアルファ量子化器340を含み、アルファ量子化器340は、ブロック中の画像単位のアルファ値に基づく複数の量子化アルファ値を含むアルファコードワードを生成する。このアルファコードワード又はコードワードの量子化アルファ値は、ブロック符号器300のモード選択器310に転送されるのが好ましい。現在のブロックの画像単位の全てが不透明度値に関連付けられる場合、アルファ量子化器340は、非アルファブロック識別子を生成できる。そのような場合、この非アルファブロック識別子は、モード選択器310に転送される。

【0183】

モード選択器310は、現在のブロックに対して使用する圧縮モードを選択する。このモード選択は、アルファ量子化器340から受信したアルファコードワード又はアルファ値に基づいて少なくとも部分的に実行される。例えば、量子化アルファ値が全て等しくない場合、PAA圧縮モードが選択され、量子化アルファ値が等しい場合、PAT圧縮モードが選択される。しかし、圧縮モードを選択する時、モード関連量子化アルファ値は、モード選択器310により使用されてもよい。

【0184】

色量子化器320は、画像ブロック中の画像単位の色の色表現を判定し、その色表現を量子化する。色表現は、画像単位の24ビット平均色であるのが好ましい。色表現は、その後、量子化器310により9ビット色表現、すなわち色コードワードに量子化される。

【0185】

輝度量子化器330は、現在の画像ブロックに対して使用する輝度変更子セットを識別するためにブロック符号器300に提供される。量子化器330は、関連する輝度テーブル500から変更子セットを選択するように構成されるのが好ましい。量子化器330は、選択された変更子セットと関連付けられる輝度コードワードを生成する。複数の輝度テーブル500が利用可能である場合、使用する正確な(モード別)テーブルは、モード選択器310から受信したモード信号に基づいて識別されるのが好ましい。

【0186】

符号器300は、ブロック中の画像単位に対して画像単位関連インデックス(アルファ及び輝度インデックス)を選択するインデックス選択器350を更に含む。モード選択器310からのモードコマンドがPAAモードであることを知らせる場合、インデックス選択器350は、まず、アルファインデックスを含む第1のサブシーケンスを生成する。このアルファインデックスサブシーケンスは、ブロックの画像単位のサブセットの各画像単位に対してアルファインデックスを含むのが好ましい。そのようなアルファインデックスは、アルファ量子化器340により生成されるアルファコードワードの量子化アルファ値のうちの1つと関連付けられる。好ましくは1つの画像単位を含む残りのサブセットは、量子化アルファ値のうちの1つと事前に関連付けられ、これは、この画像単位に対してアルファインデックスが要求されないことを示す。更に、インデックス選択器350は、輝度インデックスサブシーケンスを生成する。このPAAモードの第1の実施形態において、輝度インデックスサブシーケンスは、ブロック中の複数の画像単位、好ましくは2つの画像単位、更に好ましくは2つの隣接する画像単位の各サブセットに対して輝度インデックスを含む。PAAモードの第2の実施形態において、各画像単位は、各輝度インデックスと関連付けられる。それらの輝度インデックスは、輝度量子化器330からの輝度コードワードにより表される変更子セットの輝度変更子のうちの1つとそれぞれ関連付けられる。第1のPAA実施形態において、変更子セットの全ての変更子値は利用可能であり、輝度インデックスにより表される。しかし、第2のPAA実施形態においては、変更子値のサブセットが、輝度インデックスにより表されるのが好ましい。

【0187】

PATモードにおいて、インデックス選択器350は輝度インデックスを生成する。輝度インデックスは、ブロック中の各画像単位に対して、輝度量子化器330により提供されるような輝度コードワードにより表される輝度変更子セットの変更子値のうちの1つと関連付けられる1つの輝度インデックスを含む。

【0188】

ブロック符号器300は、画像ブロックに対するコードワード及び画像単位関連インデックスを選択する目的で、誤差値を推定する誤差推定器360をオプションとして含むことができる。関連する誤差値を最小にするコードワード及びインデックスは、関連する圧縮画像ブロックバージョンに対して選択される。

【0189】

このブロック符号器の構成は非常に適応性があり、アルファブロック圧縮モードに加え、非アルファブロック圧縮モード(PAP)及び非アルファ画像の圧縮にも使用される。

【0190】

そのような場合、モード選択器310は各モード信号を生成する。色量子化器320、輝度量子化器330及びインデックス選択器350は、このモード別信号に対して応答可能である。

【0191】

例えば、画像が非アルファ画像である場合、モード選択器310は、画像符号器の画像解析器から非アルファ画像識別子を受信するのが好ましい。PAモード信号、あるいはPPモード信号及びPCモード信号のうちのいずれかが、モード選択器310により生成される。

【0192】

10

20

30

40

50

更に、モード選択器 310 は、得られた圧縮画像ブロックに含まれるブロックモードインデックス又は得られた圧縮画像ブロックと関連付けられるブロックモードインデックスを生成するのが好ましい。アルファ画像の場合、このモードインデックスは、アルファブロック (PAA モード又は PAT モード) 又は非アルファブロック (PAP モード) を指示する。非アルファ画像の場合、このモードインデックスは、PP モードと PC モードとを区別するために使用される。しかし、非アルファ画像が单一の非アルファ圧縮モード P A を使用して符号化される場合、ブロックモードインデックスは必要ない。

【 0193 】

色量子化器 320 が PAP、PA 又は PP モード信号を受信する場合、画像ブロックの量子化色表現は、PAA モード及び PAT モードの 9 ビット色コードワードと比較して 10 12 ビット色コードワードであるのが好ましい。更に、モード信号が PC モードを表す場合、色量子化器 320 は、ブロック中の画像単位の色成分値に基づいて、2 つの 12 ビット色コードワードを生成するのが好ましい。

【 0194 】

モード選択器 310 からのモード別信号は、輝度テーブル及び / 又は輝度コードワードのサイズを区別するために輝度量子化器 330 により使用される。輝度コードワードは、PAA、PAT、PAP 及び PP モードでは 3 ビット、PA モードでは 4 ビットであるのが好ましい。

【 0195 】

モード信号が PC モードを表す場合、インデックス選択器 350 は、ブロック中の画像単位のサブセットの各画像単位に対して色インデックスを生成する。PC モードで動作する時、各色インデックスは、色量子化器 320 により生成された 2 つの色コードワードのうち一方と関連付けられる。残りの画像単位サブセット、好ましくは 1 つの画像単位は、色コードワードの 1 つと事前に関連付けられる。

【 0196 】

ブロック符号器 300 のユニット 310 ~ 360 は、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。ユニット 310 ~ 360 及び 500 は、ブロック符号器 300 と共に実現されてもよい。あるいは、ユニットの一部が画像符号器の他の場所に提供される分散型の実施形態も可能である。

【 0197 】

本発明による色量子化器 320 の好適な実施形態を図 15 のブロック図に示す。量子化器 320 は、画像ブロック中の画像単位の色の平均を判定するように構成される手段 322 を含む。この平均色は、RGB 色であるのが好ましいが、画像処理で使用される他の任意の色フォーマットであってもよい。この判定された平均色は量子化手段 324 に提供され、量子化手段 324 はその平均色を量子化する。量子化器 314 は、色平均器 322 からの 24 ビット平均 RGB 色を 9 ビット RGB 色に量子化するように構成されるのが好ましい。

【 0198 】

PAP、PA 及び PP モードの 1 つに従って動作する場合、対応する量子化平均 RGB 色は 12 ビットであるのが好ましい。PC モードに従って動作する場合、量子化手段 324 は、画像ブロックに対して 2 つの色コードワードを判定する。これは、(RGB) 色空間の平均色点を通過する最適な線を判定することにより実現される。この線上の 2 つの点が選択され、量子化手段 324 により 2 つの (12 ビット RGB) 色コードワードに量子化される。

【 0199 】

色量子化器 320 のユニット 322 及び 324 は、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。ユニット 322 及び 324 は、色量子化器 320 と共に実現されてもよい。あるいは、ユニットの一部がブロック符号器の他の場所に提供される分散型の実施形態も可能である。

【 0200 】

10

20

30

40

50

本発明による輝度量子化器 330 の好適な実施形態を図 16 のブロック図に示す。量子化器 330 は、関連する輝度テーブル 500 から変更子セットを選択する変更子セット選択器 332 を含むのが好ましい。量子化器 330 は、選択された変更子セットと関連付けられる輝度コードワードを生成する。輝度テーブルの選択を行なう場合、輝度テーブルの選択は、入力モード信号に基づいて行なわれるのが好ましい。

【0201】

輝度量子化器 330 のユニット 332 は、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。

【0202】

本発明によるアルファ量子化器 340 の好適な実施形態を図 17 のブロック図に示す。アルファ量子化器 340 の量子化手段 344 は、画像ブロックの元のアルファ値を量子化するのが好ましい。各アルファ値は、[0.0, 0.3333, 0.6667, 1.0] (0, 85, 170, 255) 10 、[0.0, 0.50, 0.75, 1.0] (0, 128, 191, 255) 、[0.0, 0.25, 0.50, 1.0] (0, 64, 128, 255) 又は[0.0, 0.25, 0.75, 1.0] (0, 64, 191, 255) のセット等の利用可能な値の事前定義済みセットから選択された値に量子化されるのが好ましい。このセットは、アルファ量子化器 342 のメモリ又はテーブル 346 に格納されるか、あるいはそれに関連付けられるのが好ましい。量子化器 340 の選択器 342 は、ブロックの (8 つの) 量子化値を最もよく表す事前定義済みセットから 2 つの量子化アルファ値を選択する。別の実施形態において、選択器 342 は、ブロックの (8 つの) 元の (非量子化) アルファ値を最もよく表す事前定義済みセットの 2 つの量子化アルファ値を選択する。いずれの場合も、2 20 つの選択された値は、アルファコードワードの量子化アルファ値となる。

【0203】

値の選択は、メモリ 346 中のセットの 2 つの量子化アルファ値の任意の組合せを検査することにより、全数検索として実行される。最小の誤差値を与える特定の組合せが選択される。

【0204】

選択器 342 は、それら 2 つの量子化アルファ値 (選択された量子化アルファ値) を比較する。それらが異なる場合、選択器 342 は PAA モード識別子を生成し、それをブロック符号器のモード選択器に転送する。しかし、それらが等しい場合、PAT モード識別子が生成され、送信される。あるいは、2 つの量子化アルファ値が、PAA / PAT モード識別子の代わりにモード選択器に送信される。30

【0205】

2 つの量子化アルファ値が等しくない場合、得られるアルファコードワードは、2 つの 2 ビット量子化アルファ値を含むのが好ましい。しかし、量子化アルファ値が等しい場合、アルファコードワードの単一ビットが、アルファ値の表現として使用される。他の量子化アルファ値の複数ビットのうち 1 ビットがこのビットのコピーである。更に、複数の量子化アルファ値のうち 1 つの量子化アルファ値の残りのビットは、輝度インデックスシーケンスにより共有される。すなわち、残りのビットは、ブロック符号器のインデックス選択器により規定される。他の量子化アルファ値の残りのビットは、この共有ビットのコピーである。40

【0206】

アルファ量子化器 340 のユニット 342 及び 344 は、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。ユニット 342、344 及び 346 は、アルファ量子化器 340 に共に実現されてもよい。あるいは、ユニットの一部がブロック符号器の他の場所に提供される分散型の実施形態も可能である。

【0207】

本発明によるインデックス選択器 350 の好適な実施形態を図 18 のブロック図に示す。インデックス選択器 350 は、少なくとも 1 つの画像単位の各サブセットに対して 1 つの輝度インデックスを選択する輝度インデックス選択器 352 を含むのが好ましい。輝度インデックス選択器 352 を PAA 圧縮モードに従って動作させる場合、得られる輝度イ 50

ンデックスサブシーケンスは、4つの2ビット輝度インデックス又は8つの1ビット輝度インデックスを含むのが好ましい。一方で、P A T (及びP A P、P A又はP P)モードに従って動作する場合、輝度インデックス選択器は、8つの2ビット輝度インデックスのサブシーケンスを生成するのが好ましい。

【0208】

インデックス選択器350は、P A Aモードで動作し且つアルファインデックスサブシーケンスを生成する場合、アルファインデックスを選択するアルファインデックス選択器354を更に含むのが好ましい。このシーケンスは、7つの1ビットアルファインデックスを含むのが好ましい。

【0209】

インデックス選択器350は、P Cモードで動作可能な色インデックス選択器を更に含むことができる。そのような場合、色インデックス選択器は、好ましくは7つの1ビット色インデックスである色インデックスのシーケンスを生成する。

【0210】

インデックス選択器350のユニット352及び354は、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。ユニット352及び354は、インデックス選択器350と共に実現されてもよい。あるいは、ユニットの一部がロック符号器の他の場所に提供される分散型の実施形態も可能である。

【0211】

(復号器)

図19は、本発明による画像復号器220の一実施形態を示すロック図である。画像復号器220は、画像解析器224を含むのが好ましい。画像解析器224は、符号化画像がアルファ画像であるか又は非アルファ画像であるかを判定するために、受信した符号化画像を解析する。画像の分類は、符号化画像データと共に格納するなど、符号化画像と関連付けられたグローバルアルファ画像インデックスに基づくのが好ましい。アルファ画像識別子(アルファ画像又は非アルファ画像)は、分類に基づいて解析器により生成され、画像ロックの実際の復号を実行するロック復号器400に送信されるのが好ましい。画像復号器220がアルファ画像に対してのみ動作する場合、画像解析器224は省略される。画像解析の機能性は、ロック復号器400に含めてもよい。

【0212】

復号するロック復号器400に提供されるべき符号化画像ロックを、例えばメモリから選択するために、ロック選択器222が画像復号器220に提供されるのが好ましい。ロック選択器222は、例えばヘッダ又はレンダリングエンジンから、符号化画像データと関連付けられた入力情報を受信するのが好ましい。所望の画像単位を有する圧縮画像ロックのアドレスは、入力情報に基づいて計算される。この計算されたアドレスは、画像内の画像単位(画素、テクセル又はボクセル)の座標に依存するのが好ましい。ロック選択器222は、そのアドレスを使用して、例えばメモリ又はキャッシュから符号化画像ロックを識別する。識別された符号化画像ロックは、記憶装置から取り出され、ロック復号器400に提供される。

【0213】

画像ロックの画像単位に(ランダム)アクセスすることにより、必要な画像の部分のみを取り出し且つ復号することが可能となるのは好都合である。更に、画像は、データが要求される任意の順番で復号される。例えば、テクスチャマッピングにおいて、テクスチャの一部のみが要求されることもあり、一般に、それらの部分は順不同に要求される。従って、本発明の画像復号は、画像の一部又は1つのセクションのみを処理するよう有利に適用される。

【0214】

選択された符号化画像ロックは、ロック復号器400に転送される。復号器400は、画像ロックに加え、復号されるべきロックの画像単位を指定する情報を受信するのが好ましい。情報は、画像ロック全体、すなわち画像ロック中の全ての画像単位が

10

20

30

40

50

復号されるべきであると指定することができる。しかし、受信した情報は、復号されるべき画像単位を1つのみ又は少數のみ指定してもよい。更に、ブロック復号器400は、アルファ画像識別子を受信する。その後、ブロック復号器400は、ブロック中の画像単位の伸張表現を生成する。この復号表現は、24ビットRGB色等のSビット色及び8ビットアルファ値等のTビットアルファ値であるのが好ましい。ここで、Sは、元の画像の画像単位毎のビット数であり、Tは、元の画像の画像単位毎のビット数である。ブロック復号器400は、復号手順中に使用される輝度テーブル500を含むのが好ましい。あるいは、輝度テーブル500は、画像復号器220の他の場所に提供されてもよい。図12及び図13に関連して先に説明した種々の伸張モード及び/又は画像の種類に対する種々の輝度テーブルの使用法は、画像復号器220にも適用される。

10

【0215】

オプションの画像合成器226は、復号器220に提供される。この合成器は、ブロック復号器400から復号画像単位を受信し、それらを合成して、画面上にレンダリング又は表示される画素、テクセル又はボクセルを生成する。合成器226は、単一の画素、テクセル又はボクセルを生成するために、いくつかの入力画像単位を必要とする。この画像合成器226は、グラフィックシステムに提供されてもよい。

【0216】

画像復号器220のユニット222～226及び400は、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。ユニット222～226、400及び500は、画像復号器220に共に実現されてもよい。あるいは、ユニットの一部がユーザ端末の他の場所に提供される分散型の実施形態も可能である。

20

【0217】

図20は、本発明による画像復号器220の別の実施形態を示すブロック図である。ブロック選択器222、画像解析器224及び画像合成器226は、図19の対応するユニットに類似するため、それらについての更なる説明は行なわない。

【0218】

画像復号器220は、複数のブロック復号器400 1～400 Q (Qは、2以上の正の整数である)を含む。複数のブロック復号器400 1～400 Qにアクセスすることにより、画像復号器220は、複数の圧縮画像ブロックを同時に処理(復号)できる。それらの複数のブロック復号器400 1～400 Qは、並列処理を可能にし、画像復号器220の処理性能及び効率を向上する。例えば、一般に、最近傍補間に対しては、1つの復号画像単位で十分であるが、2次元線形(3次元線形)補間の場合には、4つ(8つ)の画像単位が必要である。ブロック復号器400 1～400 Qの各々は、復号に使用される輝度テーブル500を含むことができる。あるいは、単一のテーブル500は、画像復号器220に配置され、全てのブロック復号器400 1～400 Qに接続される。異なる種類の輝度テーブルの使用についての更なる説明(図13に関連する先の説明を参照)は、画像復号器220にも適用される。図13に関連する先の説明と同様に、ブロック復号器400 1～400 Pの第1のサブセットは、PAA伸張モードに従って圧縮画像ブロックを伸張するように動作し、残りのサブセット復号器400 P+1～400 Qは、PAT伸張モードに従って動作する(0 < P < Q)。あるいは、ブロック復号器400 1～400 Pの一部は、アルファ画像のブロックの伸張(PAA、PAT及びPAPモード)に適応され、残る復号器400 P+1～400 Qは、非アルファ画像のブロックの伸張(PA、PP又はPCモード)に使用される。

30

【0219】

画像復号器220のユニット222～226及び400 1～400 Qは、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。ユニット222～226、400 1～400 Q及び500は、画像復号器220に共に実現されてもよい。あるいは、ユニットの一部がユーザ端末の他の場所に提供される分散型の実施形態も可能である。

【0220】

40

50

図21は、本発明によるブロック復号器400の一実施形態を示す。ブロック復号器400は、伸張モード選択器410を含む。伸張モード選択器410は、現在の符号化画像ブロックを伸張する時に従うべきモードを選択する。このモード選択は、アルファコードワードの調査に少なくとも部分的に基づくか、又はアルファコードワードの少なくとも1つの量子化アルファ値に基づくのが好ましい。すなわち、モード選択は、PAAモードとPATモードとの区別を可能にする。モード別信号又はコマンドは、モード選択器410により生成される。ブロック復号器400に含まれるユニットは、モード別信号に応答可能であるのが好ましい。

【0221】

色発生器430は、色コードワードに基づいて画像ブロック中の画像単位に対する色表現を生成する。発生器420は、コードワードの9ビット色を24ビット(RGB)色に拡張するのが好ましい。

【0222】

ブロック復号器400は、輝度コードワードに基づいて関連する輝度テーブル500からの輝度変更子セットを提供する手段420を更に含む。この提供装置420は、輝度テーブル500から変更子値の第1のサブセットを取り出し且つ第1のサブセットに基づいて変更子の第2のサブセットを判定するように構成される。複数の輝度テーブル500間で選択する場合、使用する正確なテーブルは、モード選択器410からのモード信号に基づいて、提供装置420により識別されるのが好ましい。

【0223】

変更子選択器440は、手段410により提供された変更子セットの輝度変更子値のうち1つを選択するために配置される。変更子選択器440は、輝度インデックスのシーケンスに基づいて、圧縮画像ブロック中の画像単位に対する正確な変更子値を選択するように構成される。モード選択器410からのモード信号は、変更子選択器440がシーケンスから正確な輝度インデックスを識別すること、例えば1ビットインデックス(PAAモードの一実施形態)と2ビットインデックス(PAAモード又はPATモードの第2の実施形態)とを区別することを可能にする。

【0224】

色発生器430からの拡張色及び変更子選択器440からの変更子値は、変更子値を使用して拡張色の色成分の輝度を変更する輝度変調器又は変更装置450に転送される。変更装置450は、異なる色成分に対しては異なる重みを有する重み付き輝度変更子値を使用できる。更に、色成分が輝度変更されると、変更装置450は、最大閾値と最小閾値との間、例えば0と255との間に成分をクランプするのが好ましい。

【0225】

画像ブロックの少なくとも1つのアルファ値を生成するアルファ値発生器460は、ブロック復号器に実現される。この値の生成は、圧縮画像ブロック表現のアルファコードワードに基づく。モード選択器410からのモードコマンドがPAAモードであることを知らせる場合、発生器460は、アルファコードワードの第1の量子化アルファ値を使用して第1のアルファ値を判定し、第2の量子化アルファ値を使用して第2のアルファ値を判定する。発生器460は、アルファコードワードの量子化アルファ値から直接アルファ値を判定することもできる。別の実現例において、発生器460は、アルファコードワードから第1の量子化アルファ値及び第2の量子化アルファ値を提供するために、テーブルルックアップ又は変換アルゴリズムを使用する。いずれの場合も、(2ビット)量子化アルファ値は、8ビットアルファ値に拡張されるのが好ましい。しかし、PATモードで動作する時、複数の量子化アルファ値のうち1つの量子化アルファ値の単一ビットのみが、单一アルファ値を生成するために使用されるのが好ましい。

【0226】

アルファ割当装置470は、発生器460からアルファ値を受信し、そのアルファ値を画像単位に割り当てる。この値の割当ては、アルファインデックス及び事前定義済みのアルファの関連付けを使用してPAAモードで実行される。関連するアルファインデックス

10

20

30

40

50

を有する画像単位の場合、そのインデックスは、2つの可能なアルファ値のうち一方を選択するために使用される。画像単位が量子化アルファ値のうち1つと事前に関連付けられる場合、すなわち、画像単位がアルファインデックスを有さない場合、量子化アルファ値から生成されたアルファ値は、割当装置470により画像単位に割り当てられる。PATモードにおいて、アルファインデックスは圧縮画像ブロックで見付けられない。その結果、伸張されるブロック中の全ての画像単位は、発生器460からの単一のアルファ値を割り当てられる。

【0227】

図14のブロック符号器と同様に、本発明によるブロック復号器400は、伸張モードの拡張に対して適応性のある解決策を提供する。ブロック復号器400は、アルファブロックの伸張に専用であってもよい。しかし、ブロック復号器400は、PAP、PA、PP又はPCモードに従って非アルファブロックの伸張を管理するために単に拡張することもできる。

【0228】

モード選択器410は、現在の圧縮画像ブロックと関連付けられる入力情報から正確なモード別信号を生成する。入力情報は、アルファコードワードに加え、圧縮画像ブロックに含まれるブロックモードインデックス及びグローバルアルファ画像インデックスを含むのが好ましい。そのような場合、PAA、PAT、PAP、PA、PP及びPCモードの区別は、選択器410により行なわれる。

【0229】

色発生器430は、モード選択器410からのモード別信号に応答可能である。信号がPAAモード又はPATモードを表す場合、(24ビット)色表現は、9ビット色コードワードから生成される。しかし、PAP、PA又はPPモード信号は、色発生器430に12ビット色コードワードから(24ビット)色表現を判定させる。これに対し、PCモードに従って動作する時、第1の色表現及び第2の色表現は、第1の色コードワード及び第2の色コードワードを使用して、好ましくは(12ビット)コードワードをそれぞれ24ビット色に拡張することにより判定される。関連する色表現は、色インデックスシーケンス及び事前定義済みの色コードワードの関連付けを使用して各画像単位に割り当てられる。

【0230】

ブロック復号器400のユニット410～470は、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組合せとして提供されてもよい。ユニット410～470及び500は、ブロック復号器400と共に実現されてもよい。あるいは、ユニットの一部がユーザ端末の他の場所に提供される分散型の実施形態も可能である。

【0231】

図22A及び図22Bは、本発明によるブロック復号器400のハードウェアによる可能な実現例を概略的に示す。ブロック復号器400は、PAA伸張モード及びPAT伸張モードに加え、PAPモード、PPモード及びPCモードに従っても動作可能である。ブロック復号器400への入力は、PATモード(700A)、PAAモード(700B)、PAPモード(700C)、PCモード(700D)又はPPモード(700E)に従って圧縮された画像ブロック表現である。これらの異なる入力ブロック表現700A～700Eにより示されるように、各ブロック表現は、1ビットブロックモードインデックス、コードワードシーケンス(採用されたモードに応じて、色コードワード、輝度コードワード及び/又はアルファコードワードを含む)及びインデックスシーケンス(採用されたモードに応じて、輝度インデックス、アルファインデックス及び/又は色インデックスを含む)から構成されるのが好ましい。PAT、PAP及びPPモードにおいて、輝度インデックスは、8つの輝度インデックスのMSBがインデックスシーケンスの8つのLSBに先行するように構成される。10110001 10000110_{bin}の輝度インデックスシーケンスは、輝度インデックス11_{bin}、00_{bin}、10_{bin}、10_{bin}、00_{bin}、01_{bin}、01_{bin}及び10_{bin}を表す。PAAモードにおいて、画像単位の各対は、2ビット輝度インデックスに関連付けられる

10

20

30

40

50

。画像単位の輝度インデックスのM S B 及びL S B は、シーケンスにおいて互いに隣接して提供される。10000110_{bin}の輝度インデックスシーケンスは、輝度インデックス10_{bin}、00_{bin}、01_{bin}及び10_{bin}を表す。

【 0 2 3 2 】

ブロック復号器4 0 0について、P A A又はP A T圧縮画像ブロックを参照して主に説明する。他の動作モードに専用の含まれるユニットについては、簡単に説明する。

【 0 2 3 3 】

モード選択器4 1 0は、好ましくは1ビットのグローバルアルファ画像識別子、好ましくは1ビットのブロックモードインデックス及び好ましくは4×1ビットの量子化アルファ値の形式で入力情報を受信する。モード別信号は、入力データの処理の後にモード選択器4 1 0から出力される。P C別信号は、接続線C 1上を搬送され、P A A信号及びP A T信号は、接続線C 2及びC 3上をそれぞれ搬送される。

【 0 2 3 4 】

色コードワードは、色発生器4 3 0に提供される。色発生器4 3 0は、3つのマルチブレクサ4 3 1～4 3 3、3つのビット拡張器4 3 4～4 3 6及び1つのORゲート4 3 7により実現される。マルチブレクサ4 3 1～4 3 3は、2つの色コードワードを利用するP Cモードのため必要とされる。他の全ての動作モードにおいて、線C 4、C 6及びC 8上を搬送された色成分データは転送されるが、線C 5、C 7及びC 9上を搬送されたデータは阻止される。モード選択信号は、ANDゲート4 4 6から入力される。ANDゲート4 4 6は、P Cモードであり且つ色インデックスが1_{bin}である場合は1_{bin}を出力し、それ以外の場合は0_{bin}を出力する。第1のビット拡張器4 3 4は4ビット赤色成分及びA 0を受信し、第2の拡張器4 3 5は4ビット緑色成分及びA 1を受信し、且つ第3の拡張器4 3 6は4ビット青色成分及びB 0(又は)を受信する。更に、ORゲート4 3 7からの出力は、拡張器4 3 4～4 3 6の各々に対する入力である。P A A及びP A Tモードにおいては、コードワードの各色成分は3ビットであるのが好ましく、他のモードにおいては、対応する色成分は4ビットであることを考慮する。その結果、ORゲート4 3 7は、P A A又はP A Tブロックを伸張する時、1_{bin}を出力し、それ以外の時は0_{bin}を出力する。拡張器4 3 4～4 3 6が1_{bin}のORゲート出力を受信する場合、拡張器4 3 4～4 3 6は、先行するマルチブレクサ4 3 1～4 3 3から出力される4ビットの3つのM S Bのみを処理して、8ビット色成分に拡張する。しかし、ORゲート出力が0_{bin}である場合、4ビットのマルチブレクサの出力全体が、8ビット色成分に拡張される。

【 0 2 3 5 】

変更子選択器4 4 0は、5つのマルチブレクサ4 4 1～4 4 5、1つのANDゲート4 4 6及び1つのNORゲート4 4 7により実現される。3ビットアドレスインデックスは、マルチブレクサ4 4 1、4 4 2に入力される。アドレスインデックスに基づいて、マルチブレクサ4 4 1、4 4 2は、8つの画像単位のうち復号する画像単位を選択する。P A T、P A P及びP Pモードにおいて、マルチブレクサ4 4 1は2ビット輝度インデックスのM S Bを出力し、マルチブレクサ4 4 2はL S Bを出力する。しかし、P A Aモードにおいて、マルチブレクサ4 4 1は、1ビットアルファインデックスを出力する。尚、このモードの実現例において、P A Aブロック中の第1の画像単位は、常に第1の量子化アルファ値と関連付けられる。その結果、マルチブレクサ4 4 1は、アルファインデックスシーケンスを表す7つの入力ビット+第1の画像単位を表すマルチブレクサ4 4 3からの1つの追加ビット(0_{bin})を受信する。従って、P Cモードで動作する時、ブロック表現7 0 0 Dの7つの色インデックスは、マルチブレクサ4 4 1に直接入力され、第1の画像単位の事前定義済みの色の関連付けは、マルチブレクサ4 4 3から0_{bin}を出力することにより実現される。その後、マルチブレクサ4 4 3は、P P、P A P及びP A Tモードでインデックスシーケンス(ビット15～31)のM S B(ビット15)を転送する。しかし、P C及びP A Aモードでは、NORゲート4 4 7は0_{bin}を出力し、それにより、マルチブレクサ4 4 3は、インデックスシーケンスのM S Bの代わりに0_{bin}を出力する。

【 0 2 3 6 】

10

20

30

40

50

PAAモードにおいて、マルチプレクサ444は、2ビットアドレスインデックスを受信し、そのアドレスを使用して正確な輝度インデックスのMSBを選択する。輝度インデックスの対応するLSBは、マルチプレクサ442により出力される。それら2ビットは、線C13上で組み合わされる。尚、この特定の実現例では、この伸張モードにおいて、マルチプレクサ480は常に 1_{bin} をアドレスインデックスのLSBとして出力する。

【0237】

マルチプレクサ441、442又はマルチプレクサ442、444から出力された組み合わされた2ビットは、マルチプレクサ445に入力される。PAAモードで動作する時、このマルチプレクサは、マルチプレクサ442、444からの出力を転送し、それ以外の時は、マルチプレクサ441、442からの出力が転送される。いずれの場合も、2ビット輝度インデックスは、テーブルルックアップ422に提供される。テーブルルックアップ422は、図21の変更子セット提供装置420及び輝度テーブル500に対応する。

【0238】

更に、テーブルルックアップ422は、接続線C10で3ビット輝度インデックスを受信する。種々の輝度テーブルがアルファブロックモード(PAA及びPAT)及び非アルファブロックモード(PAP及びPP)であり、輝度テーブルはPCモードでは採用されないことを考慮する)に対して採用される場合、ORゲート437は、それらのモードのうち1つに従って画像ブロックを伸張する時にPAA又はPAT信号を出力する。ルックアップ422は、入力輝度コードワード、オプションのモード信号及び輝度インデックスを使用して、テーブル中の変更子セットのうちの1つから正確な輝度変更子値を取り出す。この9ビット符号付き(正又は負)変更子値は、マルチプレクサ424に提供される。PCモードにおいて、マルチプレクサ424は 0_{bin} を出力し、他の動作モードにおいて、マルチプレクサ424は、テーブルルックアップ422から変更子値を出力する。

【0239】

9ビットのマルチプレクサの出力は、輝度変更装置450に提供される。このハードウェアによる実現例において、変更装置450は、3つの加算器451～453及び3つのクランパ454～456から構成される。変更子値は、加算器451～453の各々に入力される。第1の加算器451は、輝度変更子値をビット拡張器434からの8ビット赤色成分に加算する。同様に、加算器452は、変更子値をビット拡張器435からの8ビット緑色成分に加算し、加算器453は、変更子値をビット拡張器436からの8ビット青色成分に加算する。別の実現例において、加算器451～453は、乗算器又はXORゲート等の他の変更要素で置換できる。加算器451～453からの出力は、クランパ454～456に転送される。クランパ454～456は、0と255との間に輝度変更済み色成分をクランプする。クランパ454～456からの出力は、画像単位の伸張又は復号24ビット色である。

【0240】

このハードウェアによる実現例において、アルファ発生器460は、3つのマルチプレクサ461～463、1つの論理否定手段464及び1つのビット拡張器465から構成される。第1のマルチプレクサ461は、2つの量子化アルファ値を受信し、マルチプレクサ441からのアルファインデックスに基づいて2つの量子化アルファ値のうち一方を出力する。選択された量子化アルファ値は、第2のマルチプレクサ462に転送される。「有用な」量子化アルファ値のMSBは、論理否定手段464に提供され、否定値と組み合わされる。例えば、 $=1_{bin}$ は、 0_{bin} と組み合わされて 10_{bin} となる。マルチプレクサ462は、マルチプレクサ461からの量子化アルファ値及び組み合わされた(部分的に拡張された)量子化アルファ値から選択する。PATモードにおいて、有用な量子化アルファ値のMSBを元にした組み合わされた量子化アルファ値は転送され、それ以外のモードにおいては、マルチプレクサの出力が転送される。PAA及びPATモードにおいて、第3のマルチプレクサ463は、マルチプレクサ462からの量子化アルファ値をビット拡張器465に転送する。しかし、他の伸張モードにおいて、マルチプレクサ463は、

10

20

30

40

50

事前定義済み不透明度値を拡張器 465 に転送する。ビット拡張器 465 は、受信した 2 ビット入力を 8 ビットアルファ値に拡張する。このアルファ値は、クランパ 454 ~ 456 からの 24 ビット色値と組み合わされ、伸張画像単位を結果として与える。

【0241】

図 22A 及び図 22B の復号器 400 がアルファ画像のみを伸張するように構成される場合、すなわち、PAP、PAA、PAT モードに限定される場合、マルチプレクサ 424、431 ~ 433、AND ゲート 446 及びNOR ゲート 447 のユニットは、ハードウェアによる実現例から省略できる。

【0242】

しかし、図 22A 及び図 22B のハードウェアによる実現例から分かるように、復号器 400 の全体は、少數の規格コンポーネントのみを使用して実現され、最大 5 つの異なる伸張モードに従って、アルファ及び非アルファ画像、並びにアルファ及び非アルファプロックを伸張できる。その結果、所定の画像ブロックに最適なモードは、それら 5 つのモードの中から選択される。これは、単一の圧縮及び伸張モードに限定された画像処理方式と比較して、処理された画像の画像品質を非常に向上させる。

10

【0243】

図 22A の接続線 C1 ~ C17 は、図 22B の C1 ~ C17 に継続する。

【0244】

図 23 は、図 22B のビット拡張器 434 ~ 436 のハードウェアによる可能な実現例を概略的に示す。拡張器は、4 ビット（赤、緑又は青）色成分、あるいは 3 ビット（赤、緑又は青）色成分及び量子化アルファ値の 1 ビットのいずれか一方を表す 4 ビット入力を受信する。拡張器 434 ~ 436 は、この 3 ビット又は 4 ビット色成分を対応する 8 ビット色成分に拡張する。4 ビット成分を表す入力及び 3 ビット成分を表す入力の 2 つのマルチプレクサの入力が生成される。4 ビット成分から開始すると、第 1 のマルチプレクサの入力の MSB は 4 ビットの拡張器の入力の LSB であり、第 2 の MSB は拡張器の入力の MSB であり、第 3 の MSB は拡張器の入力の第 2 の MSB であり、残る 2 つの LSB は拡張器の入力の 2 つの LSB に対応する。3 ビット成分の場合、第 2 のマルチプレクサの入力の 3 つの MSB は拡張器の入力の 3 つの MSB であり、2 つの LSB は拡張器の入力の MSB 及び第 2 の MSB に対応する。

20

【0245】

30

マルチプレクサ 438 は、図 22B の OR ゲート 437 からの 1 ビット値に基づいて 2 つの 5 ビット値のうち一方を選択する。PAA 及びPAT モードにおいて、OR ゲートの出力は 1_{bin} であり、マルチプレクサ 438 は、3 ビット色成分に対応する第 2 の 5 ビット値を転送する。それ以外のモードにおいては、マルチプレクサ 438 は、4 ビット色成分に対応する第 1 の 5 ビット値を出力する。いずれの場合も、5 ビットのマルチプレクサの出力は、拡張された 8 ビット色成分を形成する拡張器の入力の 3 つの MSB と組み合わされる。

【0246】

図 24 は、図 22B のアルファ発生器 460 で使用されるビット拡張器 465 のハードウェアによる可能な実現例を概略的に示す。拡張器 465 は、2 ビットの入力量子化アルファ値を単純に繰り返して 8 ビットアルファ値にする。例えば、 10_{bin} の 2 ビット入力は、 $1010\ 1010_{bin}$ に拡張される。

40

【0247】

図 25 は、図 22B のクランパ 454 ~ 456 のハードウェアによる可能な実現例を概略的に示す。クランパ 454 ~ 456 に対する入力は、10 ビット輝度変更済み色成分値である。入力値の 8 つの LSB は、マルチプレクサ 457 に送られる。マルチプレクサに対する他の入力は、最大閾値（255；8 ビット）である。マルチプレクサ 457 は、輝度変更済み色成分の第 2 の MSB に基づいて 8 ビット入力値又は最大閾値のいずれか一方を選択する。換言すると、第 2 の MSB が 1 である場合、マルチプレクサ 457 は閾値を出力し、そうでない場合（第 2 の MSB が 0 である場合）、8 ビット入力値が第 2 のマル

50

チプレクサ458に出力される。第2のマルチプレクサ458は、色成分のMSBに基づいて第1のマルチプレクサ457からの出力又は最小閾値(0;8ビット)を選択する。MSB又は符号ビットが1である場合、第1のマルチプレクサ457からの出力は負であり、最小閾値が第2のマルチプレクサ458により選択されるべきである。しかし、符号ビットが0である場合、第1のマルチプレクサ457からの出力は、第2のマルチプレクサ458からの出力もある必要がある。

【0248】

図26は、テーブルルックアップ422のハードウェアによる可能な実現例を概略的に示す。テーブルルックアップ422は、全ての伸張モードに共通な単一の輝度テーブルを使用する。マルチプレクサ421及び423の各々に対して4つの可能な変更子値から1つの7ビット輝度変更子値を選択するために、3ビット入力輝度コードワードの2つのLSBは、2つのマルチプレクサ421及び423に入力される。表1による輝度テーブルを採用する場合、8つの輝度変更から残りの24個の値が計算される。マルチプレクサ421及び423からの選択された輝度変更子値は、別のマルチプレクサ425に入力され、マルチプレクサ425は、図22Bのマルチプレクサ445からの1ビット入力データ(2ビット輝度表現のうちの1ビット)に基づいてそれら輝度変更子値のうち1つを選択する。選択された変更子値は、マルチプレクサ426及び変更子値を否定する論理否定手段427の双方に転送される。この否定値は、マルチプレクサ426に転送される。マルチプレクサ426は、図22Bのマルチプレクサ445からの輝度表現の残りのビットに基づいて、正の7ビット輝度変更子値又は否定値のいずれか一方を選択する。選択された(8ビット)変更子値は、マルチプレクサ428及びビットシフタ429の双方に送られる。ビットシフタ429は、変更子値を1ビット左にシフトし、その結果として9ビット輝度変更子を与える(10進数で、値に2を乗算することに対応する)。マルチプレクサ428は、輝度コードワードのMSBに基づいて、8ビット変更子値又は9ビット変更子値のいずれかを選択する。48個の可能な変更子値から、特定の画像単位に対して使用する9ビット輝度変更子値が選択される。

【0249】

図27は、図22Bのテーブルルックアップ422のハードウェアによる可能な実現例を概略的に示す。この実現例では、2つのモード別輝度テーブルを含む。マルチプレクサ421A、423A及び421B、423Bの各々に対して4つの可能な変更子値から1つの7ビット輝度変更子値を選択するために、3ビット入力輝度コードワードの2つのLSBは、4つのマルチプレクサ421A、423A及び421B、423Bに入力される。マルチプレクサ421A、423A及び421B、423Bからの選択された輝度変更子値は、マルチプレクサ425A、425Bの対に入力される。これらマルチプレクサ425A、425Bの各々は、図22Bのマルチプレクサ445からの1ビット入力データ(2ビット輝度表現のうちの1ビット)に基づいて、それら輝度変更子値のうち1つを選択する。選択された変更子値は、マルチプレクサ425Cに転送される。マルチプレクサ425Cは、2つの変更子入力値からいずれか一方を選択し、図22BのORゲート437からの1ビットデータに基づいて現在のブロックに対して使用されるべき輝度テーブルを選択する。選択された変更子値は、図26に関連して先に説明したように、マルチプレクサ426、428、論理否定手段427及びビットシフタ429において処理される。

【0250】

添付の特許請求の範囲により定義される本発明の範囲から逸脱せずに、本発明に対して種々の変形及び変更を実施できることは、当業者には理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0251】

【図1】本発明による画像符号化方法の一実施形態を示すフローチャートである。

【図2A】本発明による画像ブロックの実施形態を示す図である。

【図2B】本発明による画像ブロックの実施形態を示す図である。

【図3A】画像ブロックの圧縮表現の実施形態を示す図である。

10

20

30

40

50

【図3B】画像ブロックの圧縮表現の実施形態を示す図である。

【図3C】画像ブロックの圧縮表現の実施形態を示す図である。

【図4】図1の画像符号化方法の追加のステップを示すフローチャートである。

【図5】図1のアルファコードワードを判定するステップを更に詳細に示すフローチャートである。

【図6】図1の色コードワードを判定するステップ、輝度コードワードを提供するステップ及び輝度インデックスシーケンスを提供するステップを更に詳細に示すフローチャートである。

【図7】本発明による画像復号方法を示すフローチャートである。

【図8】図7の画像復号方法の追加のステップを示すフローチャートである。 10

【図9】図7の色表現を生成するステップを更に詳細に示すフローチャートである。

【図10】図7の変更子セットを提供するステップ、変更子を選択するステップ、輝度を変更するステップ及びアルファ値を生成するステップを更に詳細に示すフローチャートである。

【図11】本発明による画像符号器及び画像復号器を有するユーザ端末の一例を概略的に示す図である。

【図12】本発明による画像符号器の一実施形態を概略的に示すブロック図である。

【図13】本発明による画像符号器の別の実施形態を概略的に示すブロック図である。

【図14】本発明によるブロック符号器の一実施形態を概略的に示すブロック図である。 20

【図15】図14のブロック符号器の色量子化器を更に詳細に概略的に示すブロック図である。

【図16】図14のブロック符号器の輝度量子化器を更に詳細に概略的に示すブロック図である。

【図17】図14のブロック符号器のアルファ量子化器を更に詳細に概略的に示すブロック図である。

【図18】図14のブロック符号器のインデックス選択器を更に詳細に概略的に示すブロック図である。

【図19】本発明による画像復号器の一実施形態を概略的に示すブロック図である。

【図20】本発明による画像復号器の別の実施形態を概略的に示すブロック図である。 30

【図21】本発明によるブロック復号器の一実施形態を概略的に示すブロック図である。

【図22A】本発明によるブロック復号器の一実施形態を概略的に示すハードウェアブロック図である。

【図22B】本発明によるブロック復号器の一実施形態を概略的に示すハードウェアブロック図である。

【図23】図22A及び図22Bにおいて使用されるビット拡張器の第1のバージョンの一実施形態を更に詳細に示すハードウェアブロック図である。

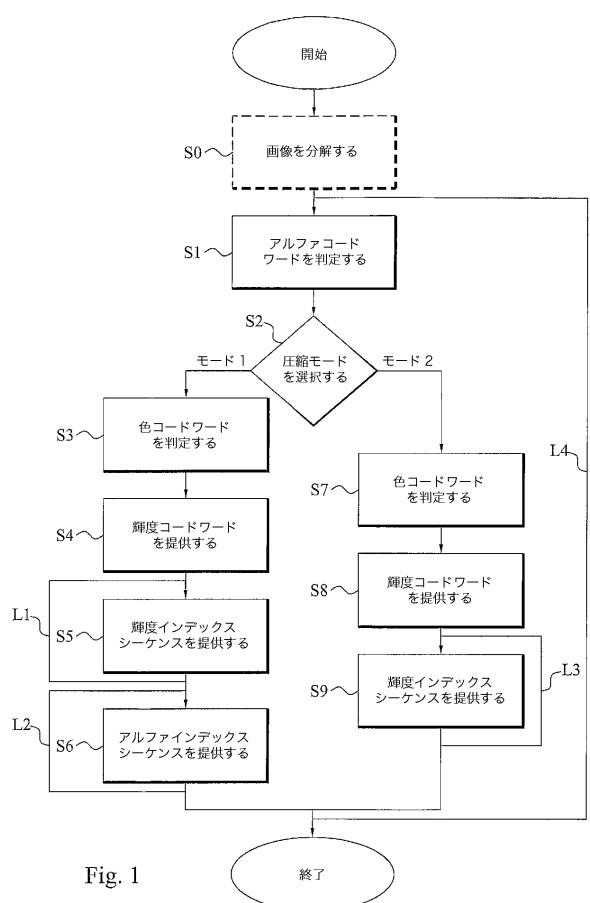
【図24】図22A及び図22Bにおいて使用されるビット拡張器の第2のバージョンの一実施形態を更に詳細に示すハードウェアブロック図である。

【図25】図22A及び図22Bのクランバの一実施形態を更に詳細に示すハードウェアブロック図である。 40

【図26】図22A及び図22Bのテーブルルックアップの一実施形態を更に詳細に示すハードウェアブロック図である。

【図27】図22A及び図22Bのテーブルルックアップの別の実施形態を更に詳細に示すハードウェアブロック図である。

【図1】



【図2 A】

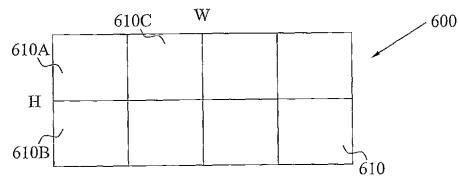


Fig. 2A

【図2 B】

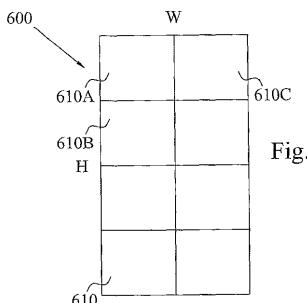


Fig. 2B

【図3 A】

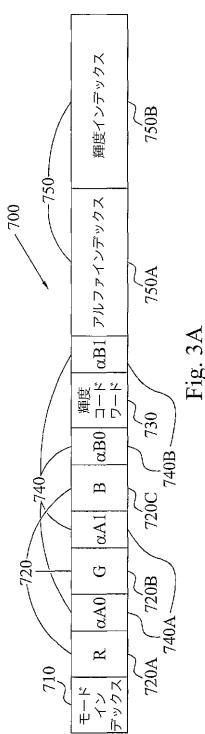


Fig. 3A

【図3 B】

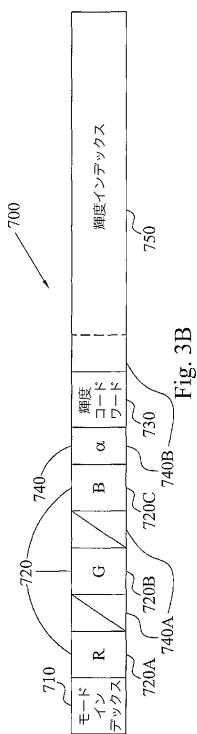


Fig. 3B

【図3C】

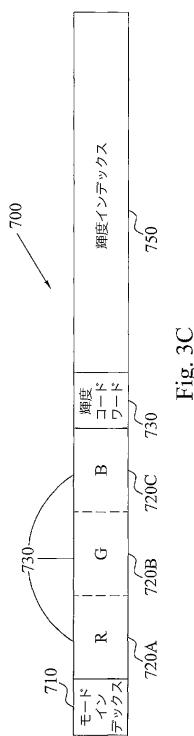


Fig. 3C

【図4】

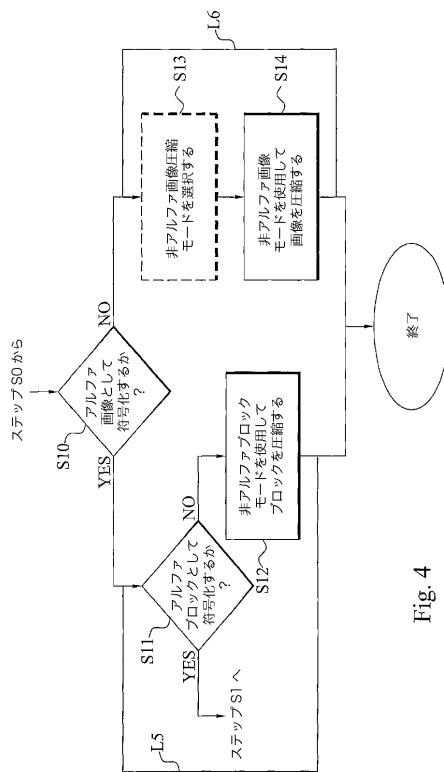


Fig. 4

【図5】

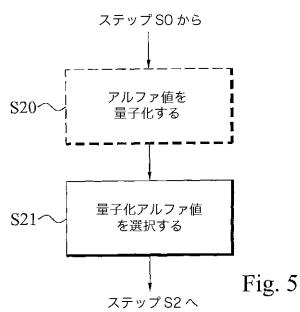


Fig. 5

【図6】

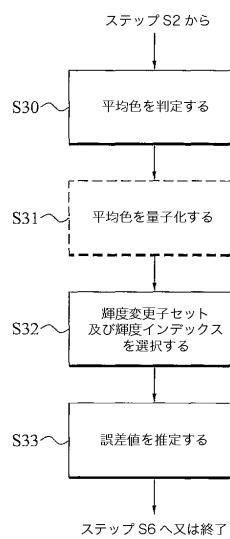
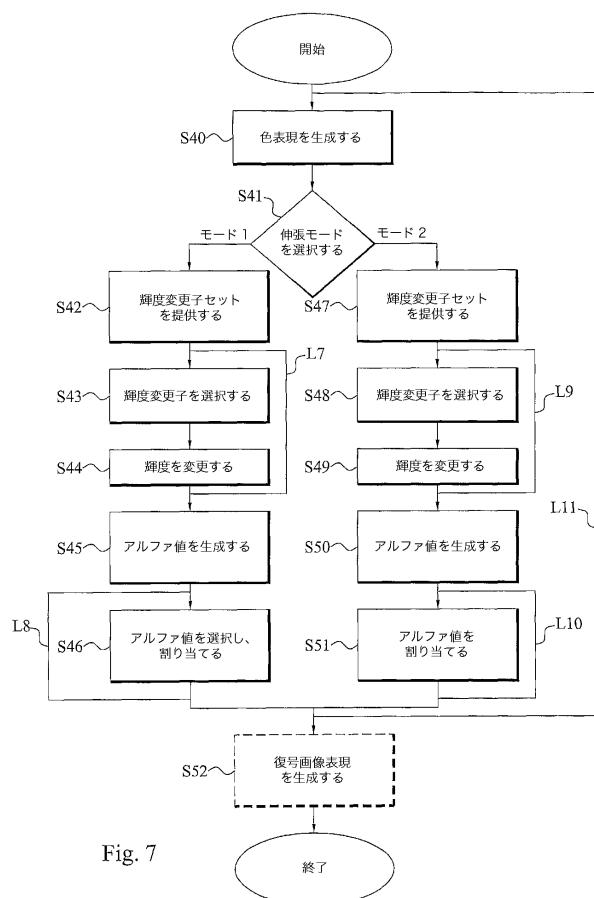
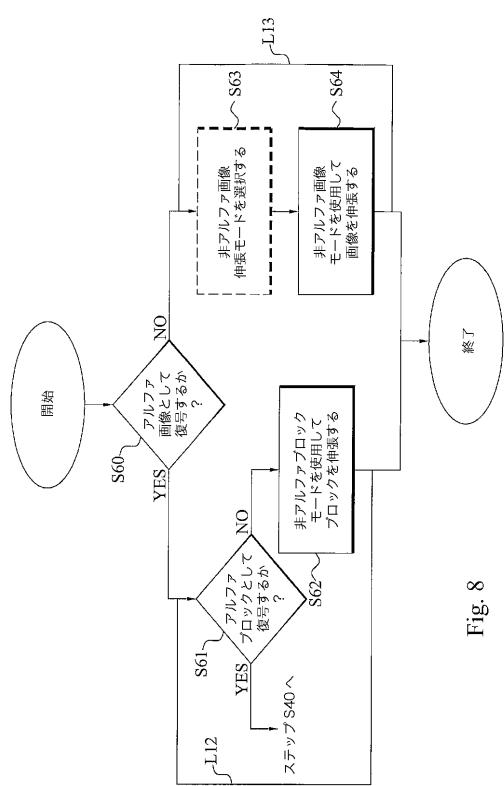


Fig. 6

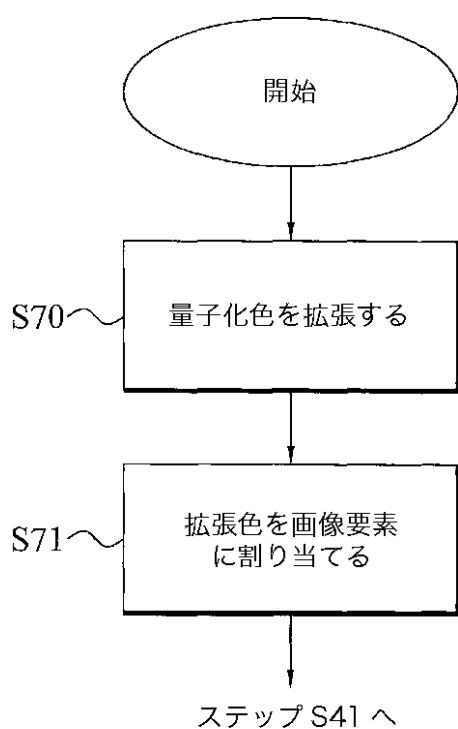
【図7】



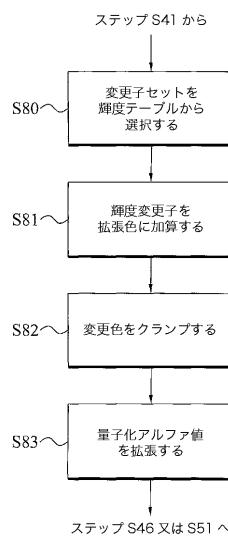
【図8】



【図9】



【図10】



【図 1 1】

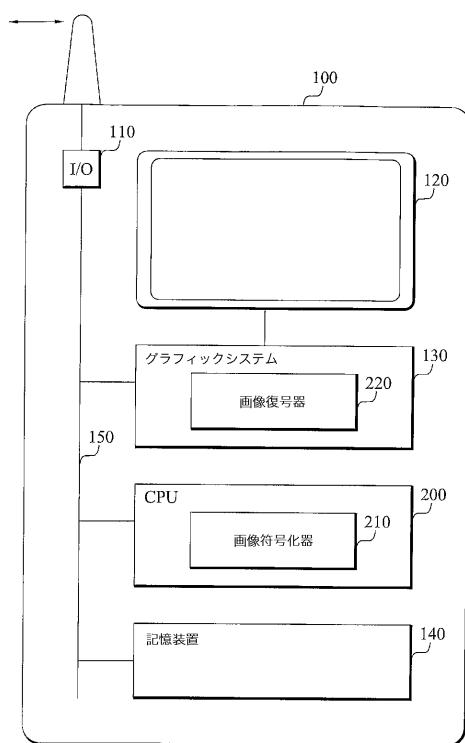


Fig. 11

【図 1 2】

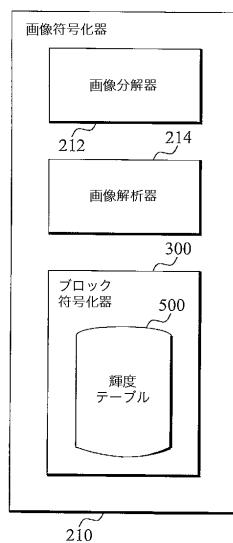


Fig. 12

【図 1 3】

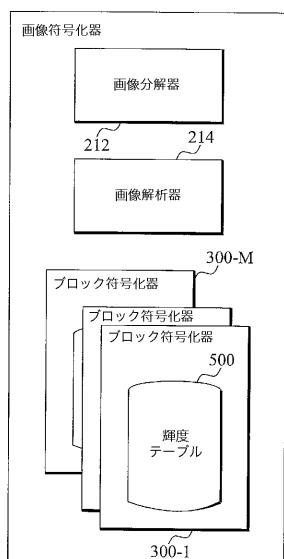


Fig. 13

【図 1 4】

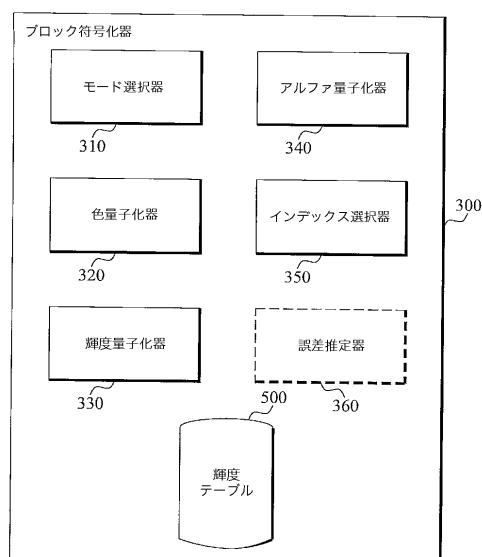


Fig. 14

【図15】

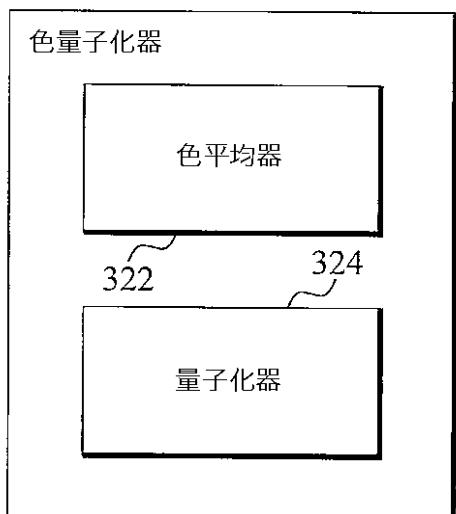


Fig. 15

【図16】

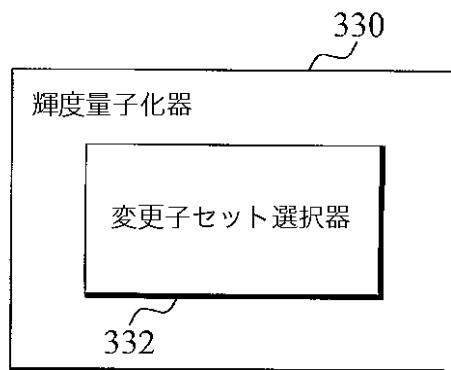


Fig. 16

【図17】

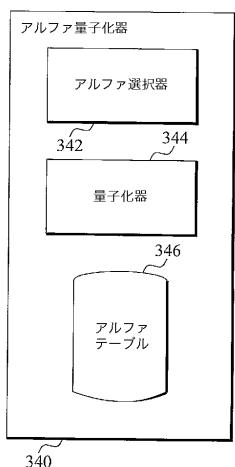


Fig. 17

【図18】

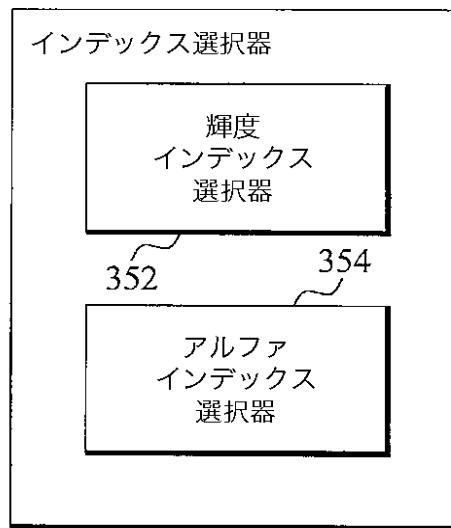


Fig. 18

【図19】

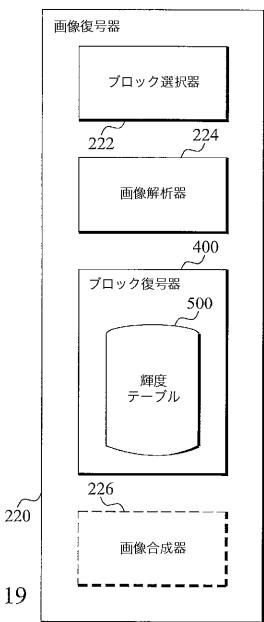


Fig. 19

【図20】

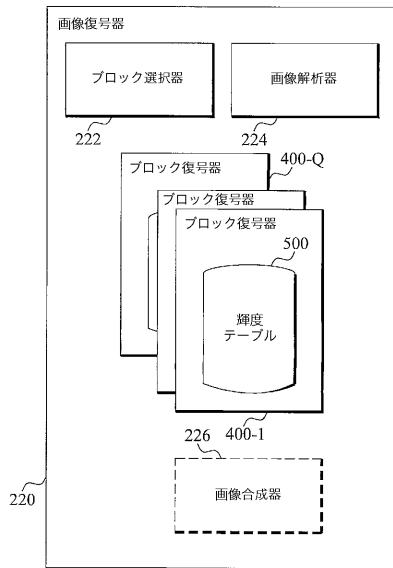


Fig. 20

【図21】

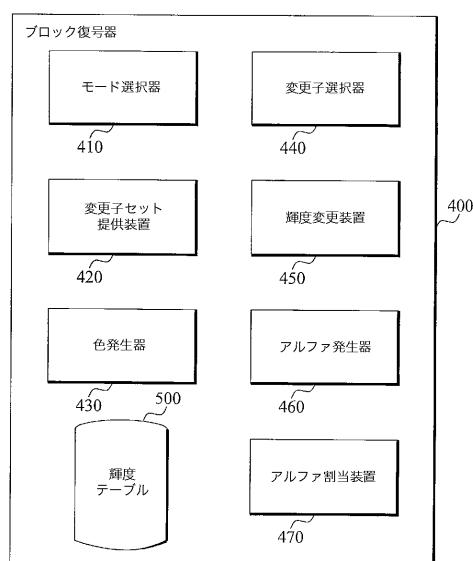


Fig. 21

【図22A】

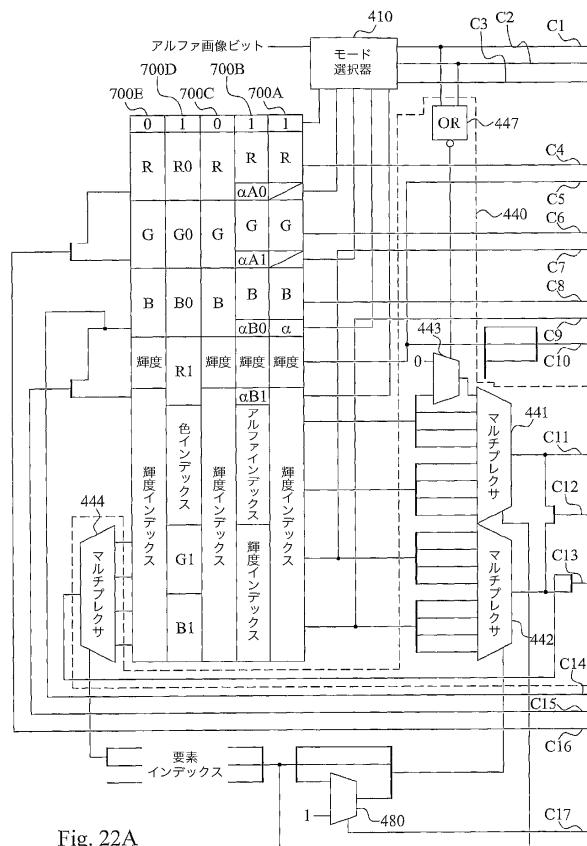


Fig. 22A

【図 2 2 B】

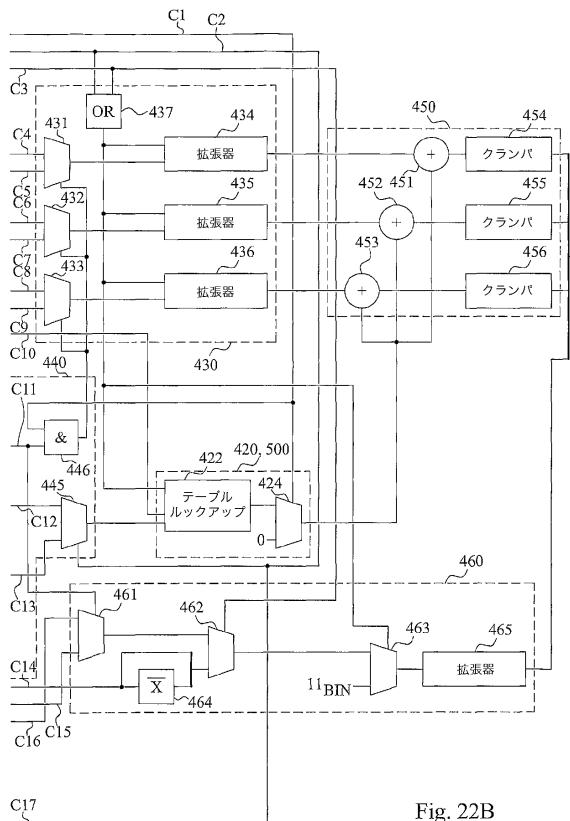


Fig. 22B

【図 2 3】

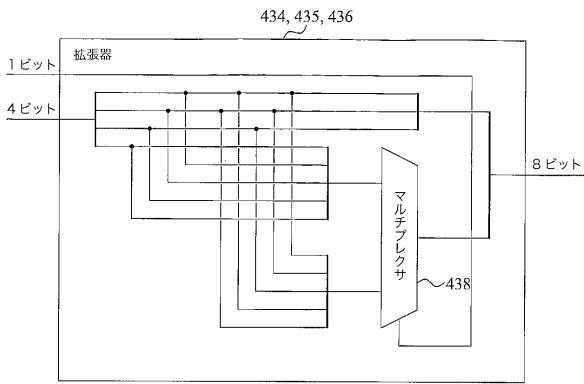


Fig. 23

【図 2 4】

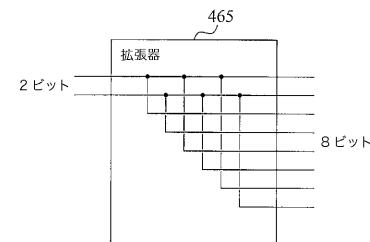


Fig. 24

【図 2 5】

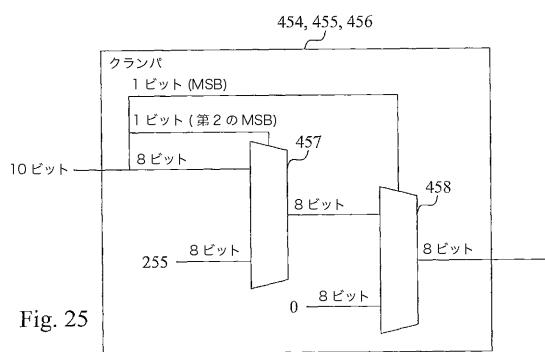


Fig. 25

【図 2 6】

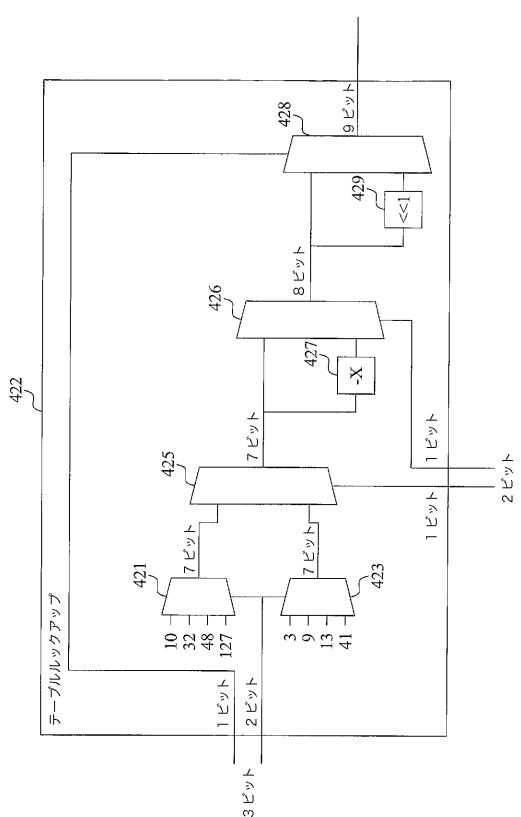


Fig. 26

【図27】

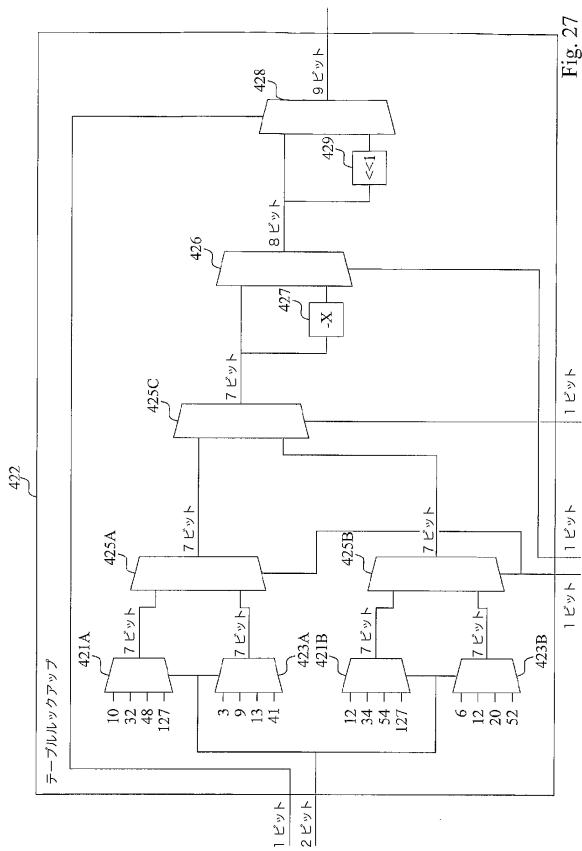


Fig.27

フロントページの続き

(72)発明者 ストレム, ヤコブ

スウェーデン国 ストックホルム エス-117 32, ヘレネベルイスガタン 6シー

(72)発明者 アケニネ・メラー, トマス

スウェーデン国 ルント エス-227 38, ロセンヴェーゲン 13

審査官 國分 直樹

(56)参考文献 国際公開第03/049037 (WO, A1)

米国特許第06658146 (US, B1)

特開2002-314820 (JP, A)

特開2000-078514 (JP, A)

特開昭63-074268 (JP, A)

特開2001-008206 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N1/41-1/419

H04N1/64

H04N7/24-7/50

H04N11/04

G06T9/00

G06T15/00