

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5101962号
(P5101962)

(45) 発行日 平成24年12月19日 (2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日 (2012.10.5)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 N 1/41 (2006.01) HO 4 N 1/41 Z

HO 4 N 7/32 (2006.01) HO 4 N 7/137 Z

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-244444 (P2007-244444)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成19年9月20日 (2007. 9. 20)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2009-77176 (P2009-77176A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成21年4月9日 (2009. 4. 9)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成22年8月27日 (2010. 8. 27)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置及びその制御方法並びにコンピュータプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像データを圧縮符号化する画像符号化装置であって、
水平及び垂直方向に複数の画素で構成されるサイズのブロックを単位に、画像データを入力する入力手段と、
前記入力手段で入力した着目ブロックについて、 $p \times q$ 画素 (p , q は正の整数であり、少なくとも一方は 2 以上) のサイズのウインドウを単位とし、各ウインドウ内の相対的に同じ位置の画素データで構成されるサブブロックを生成することにより、 $p \times q$ 個のサブブロックを取得する生成手段と、
前記 $p \times q$ 個のサブブロックを符号化する符号化手段とを備え、
前記符号化手段は、前記 $p \times q$ 個のサブブロックの符号化データの総符号量が予め設定された許容符号化データ量を超えた場合、当該許容符号化データ量以内とするために一部のサブブロックの符号化データを破棄することにより、前記入力手段で入力した着目ブロックの符号化データを生成することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 2】

画像データを圧縮符号化する画像符号化装置であって、
水平及び垂直方向に複数の画素で構成されるサイズのブロックを単位に、画像データを入力する入力手段と、
前記入力手段で入力した着目ブロックについて、 $p \times q$ 画素 (p , q は正の整数であり、少なくとも一方は 2 以上) のサイズのウインドウを単位とし、各ウインドウ内の相対的

に同じ位置の画素データで構成されるサブブロックを生成することにより、 $p \times q$ 個のサブブロックを取得する生成手段と、

前記 $p \times q$ 個のサブブロックを符号化する符号化手段と、

前記 $p \times q$ 個のサブブロックそれぞれの符号化データのデータ量を $L(0)$ 乃至 $L(p \times q - 1)$ 、予め設定された許容符号化データ量を T_h としたとき、

$L(i) \quad T_h$

を満たす最大の整数 i を求め、当該 i で示される個数に相当する前記 $p \times q$ 個のサブブロックの符号化データを、前記入力手段で入力した着目ブロックの符号化データとして出力する出力手段と

を備えることを特徴とする画像符号化装置。

10

【請求項 3】

前記符号化手段は、

前記 $p \times q$ 個のサブブロックを $SB(0)$ 、 $SB(1)$ 、...、 $SB(p \times q - 1)$ と定義したとき、

先頭のサブブロック $SB(0)$ はそのサブブロック内の画素値のまま符号化し、

着目サブブロック $SB(k)$ (k は正の整数) を符号化する際には、着目サブブロック $SB(k)$ 内の各位置の画素値と、先行するサブブロック $SB(k-j)$ (j は正の整数) 内の相対的に同じ位置の画素値との差分を算出することで、サブブロック差分情報 $SB'(k)$ を生成し、生成したサブブロック差分情報 $SB'(k)$ の各画素位置の差分値を符号化する

20

ことを特徴とする請求項 2 に記載の画像符号化装置。

【請求項 4】

前記出力手段は、サブブロック $SB(0)$ からサブブロック $SB(i)$ までに相当する符号化データを出力することを特徴とする請求項 3 に記載の画像符号化装置。

【請求項 5】

画像データを圧縮符号化する画像符号化装置の制御方法であって、

入力手段が、水平及び垂直方向に複数の画素で構成されるサイズのブロックを単位に、画像データを入力する入力工程と、

生成手段が、前記入力工程で入力した着目ブロックについて、 $p \times q$ 画素 (p, q は正の整数であり、少なくとも一方は 2 以上) のサイズのウインドウを単位とし、各ウインドウ内の相対的に同じ位置の画素データで構成されるサブブロックを生成することにより、 $p \times q$ 個のサブブロックを取得する生成工程と、

30

符号化手段が、前記 $p \times q$ 個のサブブロックを符号化する符号化工程とを備え、

前記符号化工程では、前記 $p \times q$ 個のサブブロックの符号化データの総符号量が予め設定された許容符号化データ量を超えた場合、当該許容符号化データ量以内とするために一部のサブブロックの符号化データを破棄することにより、前記入力手段で入力した着目ブロックの符号化データを生成することを特徴とする画像符号化装置の制御方法。

【請求項 6】

画像データを圧縮符号化する画像符号化装置の制御方法であって、

入力手段が、水平及び垂直方向に複数の画素で構成されるサイズのブロックを単位に、画像データを入力する入力工程と、

40

生成手段が、前記入力工程で入力した着目ブロックについて、 $p \times q$ 画素 (p, q は正の整数であり、少なくとも一方は 2 以上) のサイズのウインドウを単位とし、各ウインドウ内の相対的に同じ位置の画素データで構成されるサブブロックを生成することにより、 $p \times q$ 個のサブブロックを取得する生成工程と、

符号化手段が、前記 $p \times q$ 個のサブブロックを符号化する符号化工程と、

出力手段が、

前記 $p \times q$ 個のサブブロックそれぞれの符号化データのデータ量を $L(0)$ 乃至 $L(p \times q - 1)$ 、予め設定された許容符号化データ量を T_h としたとき、

$L(i) \quad T_h$

50

を満たす最大の整数 i を求め、当該 i で示される個数に相当する前記 $p \times q$ 個のサブブロックの符号化データを、前記入力工程で入力した着目ブロックの符号化データとして出力する出力工程と

を備えることを特徴とする画像符号化装置の制御方法。

【請求項 7】

コンピュータが読み込み実行することで、前記コンピュータを請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の画像符号化装置の手段として機能させることを特徴とするコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は画像の符号化技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、圧縮符号化技術として知られているものに、J P E G がある。J P E G は、符号化対象の画像データを複数画素で構成されるブロックに分割し、各ブロックを D C T、量子化、そして、エントロピー符号化を行なうものである。この一連の処理において、特に量子化処理で用いる量子化ステップ値が、符号量を定める主要なパラメータとなる。すなわち、量子化ステップ値を大きな値にすると、D C T 係数値が 0 もしくはそれに近い値になり、圧縮率が上げることができる。但し、量子化ステップ値を大きくすればするほど、符号化前のオリジナル画像に対する差が大きくなり、画質劣化として現れる。

20

【0003】

画質劣化を防止しつつ符号化効率を高める技術として、特許文献 1 が知られている。この文献によれば、入力画像をブロックに分割し、差分予測無しに符号化処理した結果と、差分予測を行ったブロックに対して符号化処理した結果との符号量を比較し符号量の少ない手法を各ブロックで選択するものである。

【特許文献 1】特開平 10 - 257494

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

しかしながら、非可逆の符号化手法において、過度に高い圧縮率で符号化を行うと、画像情報が多く欠落してしまい、画質劣化が目立ってしまう問題がある。先に示した従来の符号化手法では、ある程度の画像品位を保つことと、符号量の削減を両立することに対して未だ改善の余地がある。

【0005】

本発明はかかる課題に鑑みなされたものであり、画質劣化を抑制しつつ、これまで以上の情報を削減することを可能ならしめる画像符号化技術を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この課題を解決するため、例えば本発明の画像符号化装置は以下の構成を備える。すなわち、

40

画像データを圧縮符号化する画像符号化装置であって、

水平及び垂直方向に複数の画素で構成されるサイズのブロックを単位に、画像データを入力する入力手段と、

前記入力手段で入力した着目ブロックについて、 $p \times q$ 画素 (p , q は正の整数であり、少なくとも一方は 2 以上) のサイズのウィンドウを単位とし、各ウィンドウ内の相対的に同じ位置の画素データで構成されるサブブロックを生成することにより、 $p \times q$ 個のサブブロックを取得する生成手段と、

前記 $p \times q$ 個のサブブロックを符号化する符号化手段とを備え、

前記符号化手段は、前記 $p \times q$ 個のサブブロックの符号化データの総符号量が予め設定

50

された許容符号化データ量を超えた場合、当該許容符号化データ量以内とするために一部のサブブロックの符号化データを破棄することにより、前記入力手段で入力した着目ブロックの符号化データを生成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、ブロック内を、 $p \times q$ 画素のサイズのウインドウを単位にスキャンし、そのウインドウ内の相対的に同じ位置の画素データで構成される $p \times q$ 個のサブブロックデータを単位に符号化する。また、仮に許容符号化データ量を超える符号化データとなつて、幾つかのサブブロックの符号化データを削除したとしても、その削除したサブブロックで示される画素を、実在する周りのサブブロックの画素から容易に補間することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

以下、添付図面に従って本発明に係る実施形態を詳細に説明する。

【0009】

< 第1の実施形態 >

図1(a)は、実施形態における画像符号化装置のブロック構成図、図1(b)は画像復号装置のブロック構成図である。

【0010】

画像符号化装置は、ブロック分割部101、サブブロック分割部102、差分算出部103、可変長符号化部104、サブブロック削減部105を有する。また、画像復号装置は、可変長復号化部121、予測復号化部122、削減サブブロック復元部123、サブブロック統合部124、ブロック統合部125を有する。

20

【0011】

先ず、画像符号化装置について説明する。

【0012】

ブロック分割部101は、符号化対象の画像データを信号線110を介して、複数画素で構成されるブロックを単位に入力し、入力したブロック画像をサブブロック分割部102に出力する。以下、そのブロックの画像データを単にブロック画像、もしくはブロック画像データという。

30

【0013】

ここで言うブロックのサイズは、その水平、垂直方向のサイズ(画素数)が、後述するサブブロックの整数倍である。本実施形態では、説明を簡単なものとするため、ブロックのサイズを 16×16 画素とし、サブブロックのサイズを 8×8 画素として説明する。なお、ブロックのサイズ、サブブロックは、共に正方である必要はない。また、実施形態では、符号化対象の画像データの入力源は、イメージスキャナとするが、非圧縮の画像データを記憶している記憶装置でもよく、その種類は問わない。

【0014】

サブブロック分割部102は、入力したブロック画像データを、複数のサブブロックデータに分割し、各サブブロックデータの画像(以下、サブブロック画像、もしくはサブブロック画像データという)を、信号線112を介して差分算出部103に出力する。すなわち、このサブブロック分割部102は、入力したブロック画像から、複数のサブブロックを生成するサブブロック生成部として機能する。このサブブロックのサイズは上記の通り 8×8 画素としているので、1つのブロック画像から4つのサブブロック画像が生成されることになる。

40

【0015】

ここで実施形態におけるサブブロック分割部102の分割処理を例を図2を参照して説明する。

【0016】

同図では、 16×16 画素のブロック画像Bから、4つのサブブロックデータSB(0

50

）乃至 $SB(3)$ を生成する例を示している。

【0017】

ブロック画像 B 内を、 2×2 画素のサイズのウインドウを単位にラスタースキャンし、そのウインドウ内において相対的に同位置の画素により、サブブロック $SB(0)$ 乃至 $SB(3)$ を生成する。すなわち、 2×2 画素ウインドウ内の左上位置にある画素をサブブロック $SB(0)$ の画素として抽出する。同様に、 2×2 画素ウインドウ内の右上位置にある画素をサブブロック $SB(1)$ 、左下位置にある画素をサブブロック $SB(2)$ 、右下位置にある画素をサブブロック $SB(3)$ の画素として抽出する。なお、サブブロック $SB(k)$ の k は、ブロック画像中の 2×2 画素ウインドウからサブブロックの画素を決定する際のラスタースキャン順に割り当てた番号であり、以降、サブブロック番号と言う。

10

【0018】

ブロック画像 B の座標 (x, y) の画素値を $B(x, y)$ とし、サブブロック $SB(k)$ ($k = 0, 1, 2, 3$) 内の画素値を $SB(k, x, y)$ と定義すると、次の通りである。

$$\begin{aligned} SB(0, i, j) &= B(2 \times i, 2 \times j) \\ SB(1, i, j) &= B(2 \times i + 1, 2 \times j) \\ SB(2, i, j) &= B(2 \times i, 2 \times j + 1) \\ SB(3, i, j) &= B(2 \times i + 1, 2 \times j + 1) \\ (\text{但し、} i, j &= 0, 1, \dots, 7) \end{aligned}$$

20

次に差分算出部 103 の処理を説明する。差分算出部 103 は、上記のようにしてサブブロック分割部 102 から出力されたサブブロック $SB(0)$ 乃至 $SB(3)$ を入力する。そして、差分算出部 103 は、サブブロック $SB(0)$ については、そのまま可変長符号化部 104 に出力する。また、差分算出部 103 は、着目サブブロック $SB(k)$ ($k = 1$) については、そのサブブロック $SB(k)$ とサブブロック $SB(0)$ の互いに同じ位置にある画素との差分を算出する。1つのサブブロックは 8×8 画素で構成されるので、その算出した差分データも 8×8 個存在する。以下、サブブロック $SB(k)$ と $SB(0)$ で算出される 8×8 個の差分データを、サブブロック差分画像 $SB'(k)$ という。差分算出部 103 が生成する、サブブロック差分画像 $SB'(1)$ 乃至 $SB'(3)$ の算出は次の通りである。

30

$$\begin{aligned} SB'(1) &= SB(1, i, j) - SB(0, i, j) \\ SB'(2) &= SB(2, i, j) - SB(0, i, j) \\ SB'(3) &= SB(3, i, j) - SB(0, i, j) \\ (\text{但し、} i, j &= 0, 1, \dots, 7) \end{aligned}$$

【0019】

なお、上記の算出結果、 $SB'(0)$ の各画素の値は $\{-255 \sim +255\}$ の値、すなわち、8ビットを超えるデータで表現しなければならない。そこで、次のようにしても構わない。具体的には、2つのデータ $Z0$ 、 $Z1$ の排他論理和を $XOR(Z0, Z1)$ と表わすとき、

$$\begin{aligned} SB'(1) &= XOR\{SB(1, i, j), SB(0, i, j)\} \\ SB'(2) &= XOR\{SB(2, i, j), SB(0, i, j)\} \\ SB'(3) &= XOR\{SB(3, i, j), SB(0, i, j)\} \end{aligned}$$

40

とする。

【0020】

このようにすると、 $SB(0, i, j)$ が判っていれば、
 $SB(1) = XOR\{SB'(1, i, j), SB(0, i, j)\}$
 $SB(2) = XOR\{SB'(2, i, j), SB(0, i, j)\}$
 $SB(3) = XOR\{SB'(3, i, j), SB(0, i, j)\}$
 とすることで、元のサブブロック画像 $SB(1)$ 乃至 $SB(3)$ を復元できる。

【0021】

50

図 3 にサブブロック差分画像の例を示す。同図でブロック画像 3 0 1 は、簡単のため白画素と黒画素の 2 つの色で表わされる画像である。サブブロック分割すると、図示のサブブロック画像 $S B(0)$ 乃至 $S B(3)$ (図示の符号 3 1 1 乃至 3 1 4) が生成される。サブブロック画像 $S B(0)$ はそのまま可変長符号化部 1 0 4 に出力される。他のサブブロック $S B(1)$ 乃至 $S B(3)$ は、サブブロック $S B(0)$ 内の画素の値を予測値として差分を算出することで、サブブロック差分画像 $S B'(1)$ 乃至 $S B'(3)$ (図示の符号 3 2 2 乃至 3 2 4) が生成され、可変長符号化部 1 0 4 に供給される。

【 0 0 2 2 】

各サブブロック内の座標 (x, y) の各画素は、オリジナルのブロック画像中の互いに隣接する画素であるから、それらの画素の色は互いに同じ色か、近似する色である確率が高い。図 3 では極端な例を示しているので、サブブロック差分画像 $S B'(0)$ 乃至 $S B'(3)$ の各画素の値は白 (ゼロ) になっている。実際には、サブブロック差分画像 $S B'(0)$ 乃至 $S B'(3)$ の全画素がゼロになることは希であるが、少なくともサブブロック $S B(0)$ と比較すると、それぞれの値は 0 に近い値になる確率が非常に高くなる。

【 0 0 2 3 】

次に可変長符号化部 1 0 4 について説明する。この可変長符号化部 1 0 4 は、サブブロック画像 $S B(0)$ 、サブブロック差分画像 $S B'(1)$ 、 $S B'(2)$ 、 $S B'(3)$ の順番に符号化処理を行ない、その順番に符号化データ (サブブロック符号化データ) をサブブロック削減部 1 0 5 に出力する。

【 0 0 2 4 】

可変長符号化部 1 0 4 は、可変長符号化として一般的によく使われるランレングス符号化とハフマン符号化を組み合わせた符号化を使う。図 4 に、この可変長符号化部 1 0 4 における圧縮符号化の例を示す。ランレングス符号化部 4 1 1 は、サブブロック画像 $S B(0)$ 、サブブロック差分画像 $S B'(1)$ 、 $S B'(2)$ 、 $S B'(3)$ の順番にランレングス符号化し、ハフマン符号化部 4 1 2 にその符号化データを出力する。サブブロック差分画像 $S B'(1)$ 、 $S B'(2)$ 、 $S B'(3)$ は図 3 の例でも示したように、差分値が同じくなる確率が高いので、ランレングス符号化部 4 1 1 によるデータ圧縮の効果がある。ランレングス符号化 4 1 1 は局所的な符号化であるため、データ列全体のパターンを圧縮するために更にハフマン符号化部 4 1 2 によって圧縮符号化を行なう。可変長符号化の結果であるサブブロック圧縮データ 4 2 1 乃至 4 2 4 は、信号線 1 1 4 を介してサブブロック削減部 1 0 5 に供給される。なお、ブロック削減部 1 0 5 には、サブブロック圧縮データ 4 2 1、4 2 2、4 2 3、4 2 4 の順、すなわち、サブブロック画像 $S B(0)$ 、サブブロック差分画像 $S B'(1)$ 、 $S B'(2)$ 、 $S B'(3)$ の圧縮データの順番である。

【 0 0 2 5 】

なお、上記は、符号化の一例を示しているのであって、他の符号化技術を採用してもかまわない。特に、サブブロック画像 $S B(0)$ については、同じ画素値が連続する確率が低いと言えるので、そのサブブロック内をラスタースキャンし、予測符号化を行なうようにしても構わない。

【 0 0 2 6 】

サブブロック削減部 1 0 5 は、可変長符号化部 1 0 4 からのサブブロック圧縮データ 4 2 1 乃至 4 2 4 を順に入力し、内部のメモリに格納すると共に、各サブブロックの符号化データ量を求める。そして、1 ブロック分の圧縮データ量が、予め設定された 1 ブロックの最大データサイズ (閾値) 以内となるサブブロック圧縮データを、出力対象のサブブロック圧縮データとして決定する。

【 0 0 2 7 】

例えば、サブブロック圧縮データ 4 2 1 乃至 4 2 4 の夫々のデータ量を $L(0)$ 乃至 $L(3)$ 、許容符号化データ量を示す閾値を T_h と表わしたとき、合算関数 を用いた次式を満たす最大整数 i を求める。

$$L(i) \leq T_h$$

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

例えば、 $L(0) + L(1) + L(2) \geq Th$ を満たし、 $L(0) + L(1) + L(2) + L(3) > Th$ となった場合、変数 i は “ 2 ” となる。従って、サブブロック圧縮データ 4 2 1 乃至 4 2 3 の 3 つ 1 ブロック分の圧縮データを構築し、サブブロック圧縮データ 4 2 4 は破棄する。ここで、破棄されるサブブロック圧縮データを、欠落サブブロックデータという。

【 0 0 2 9 】

尚、欠落サブブロックデータを決定する順番は、サブブロック番号の降順に決定するものとしたが、復号装置と同じにすれば良いので、上記に限らない。但し、サブブロック番号 0 のサブブロック圧縮データは、サブブロック差分画像の差分を算出する際の基準となるサブブロック $SB(0)$ の圧縮データであるので、削除対象とはならないようにする。それ故、上記閾値は、これを考慮して決定することが望まれる。

10

【 0 0 3 0 】

サブブロック削減部 1 0 5 は、上記のようにして、削除対象外のサブブロック圧縮データを順に並べ、1 ブロック分の符号化データを構築し、それを出力する。1 ブロックの符号化データを固定長（閾値と同じでよい）にするのであれば、固定長に満たない部分には $EOSB$ (End Of Sub Block) 符号語や予め決められたダミーデータを挿入すればよい。これは固定長で少ない容量のバッファしか用意できないハードウェアで圧縮処理を実装する場合には特に有効である。

【 0 0 3 1 】

20

なお、1 ブロック分の符号化データを可変長にするのであれば、1 ブロック分の符号化データの先頭にブロックヘッダを付加する。そして、そのブロックヘッダ内に、削除したサブブロック（1 つとは限らない）のサブブロック番号の最小値を格納するか、或いは、実在するサブブロック圧縮データのサブブロック番号の最大値を格納すればよい。この場合、削除するための基準としては、符号量ではなく、補間による誤差の絶対値の累積値等の画質評価値を用いることが望ましい。

【 0 0 3 2 】

以上実施形態における画像符号化装置の処理内容を説明した。次に、実施形態における画像復号装置（図 1 (b) 参照）の各処理部の処理内容を以下に説明する。なお、以下では、1 ブロックの符号化データが固定長であるものとして説明する。

30

【 0 0 3 3 】

可変長復号化部 1 2 1 は、図 5 に示すように、ハフマン復号化部 5 1 1、ランレングス復号化部 5 1 2 で構成され、ちょうど図 4 の可変長符号化部 1 0 4 の構成と逆の構成となっている。

【 0 0 3 4 】

可変長復号化部 1 2 1 は、信号線 1 1 5 を介して、1 ブロック分の符号化データ（固定長）を入力し、サブブロック画像 $SB(0)$ 、サブブロック差分画像 $SB'(1)$ 、 $SB'(2)$ 、 $SB'(3)$ の順番に復号する。このとき、例えば、 $EOSB$ を検出した場合には、それまでに復号したサブブロック圧縮データの復号結果と、最後に復号したサブブロック番号を予測復号化部 1 2 2 に信号線 1 3 1 を介して出力する。

40

【 0 0 3 5 】

例えば、1 ブロック分の符号化データには、図 5 に示すように、サブブロック画像 $SB(0)$ 、サブブロック差分画像 $SB'(1)$ 、 $SB'(2)$ の符号化データが格納されているとする。すなわち、サブブロック差分画像 $SB'(3)$ の符号化データが存在しなかったとする。この場合には、図 5 に示すように、それら 3 つのサブブロック圧縮データから、サブブロック画像 $SB(0)$ 、サブブロック差分画像 $SB'(1)$ 、 $SB'(2)$ が復号される。

【 0 0 3 6 】

予測復号化部 1 2 2 は、入力したサブブロック画像 $SB(0)$ については、そのまま削減サブブロック復元部 1 2 3 に出力する。一方、入力したサブブロック差分画像 $SB'($

50

k)については、その中の各画素位置の差分値に、サブブロック画像 $SB(0)$ の該当する位置の画素値を加算することで、サブブロック画像 $SB(k)$ を復元する。

$$SB(1) = SB'(1, i, j) + SB(0, i, j)$$

$$SB(2) = SB'(2, i, j) + SB(0, i, j)$$

$$SB(3) = SB'(3, i, j) + SB(0, i, j)$$

【0037】

なお、図5の場合、サブブロック差分画像 $SB'(3)$ は存在しないので、予測復号化部122は、サブブロック画像 $SB(3)$ を生成しない。また、予測復号化部122は復元したサブブロック画像 $SB(0)$ 乃至 $SB(2)$ 、及び、復元できた最後のサブブロック番号(図5の場合には“2”)を削減サブブロック復元部123に、信号線132を介して出力する。

【0038】

削減サブブロック復元部123は、予測復号化部122から、サブブロック番号“3”、すなわち、全サブブロックの復元ができたとの通知を受信した場合、入力したサブブロック画像 $SB(0)$ 乃至 $SB(3)$ をそのままサブブロック統合部124に出力する。

【0039】

一方、削減サブブロック復元部123が、予測復号化部122から、サブブロック番号“3”未満(“2”以下)を示す通知を入力した場合、欠落したサブブロック画像の復元処理を行なう。例えば、図6に示すように、サブブロック $SB(0)$ 乃至 $SB(2)$ (図示の符号521乃至523)が復元でき、サブブロック $SB(3)$ が欠落しているとする。この場合、サブブロック $SB(3)$ で示される各欠落画素位置の周り8画素(図示の符号621乃至624、626乃至629)は、実在するサブブロック内の画素データである。よって、削減サブブロック復元部123は、その実在するそれらサブブロック内の画素の値から、欠落画素位置625の画素値を、内挿予測(補間)を使って復元する。

【0040】

なお、図6において、ブロックの下端ライン、及び、右端列の位置にあるサブブロック $SB(3)$ で定義される欠落画素については、その周囲に実在する画素が8つ未満となる。この場合、参照できる実在する画素からその欠落画素の値を算出する。また、欠落画素を挟む2つの実在する画素の値から、その欠落画素の値を算出しても良い。

【0041】

また、復元できたサブブロック画像が2つ、すなわち、サブブロック画像 $SB(0)$ 、 $SB(1)$ であった場合、1つの欠落画素の近傍(もしくは周辺)に位置する実在する画素の個数は2乃至3個となるので、その画素を用いて補間演算し、欠落画素の値を算出する。

【0042】

そして、復元できたのがサブブロック画像 $SB(0)$ のみであった場合には、サブブロック画像 $SB(0)$ の画素値から、線形補間演算を行なうことで、残りの3つのサブブロック画像 $SB(1)$ 乃至 $SB(3)$ を復元する。ただし、ブロックの最下ライン、右端列の位置の、サブブロック $SB(1)$ 乃至 $SB(3)$ で定義される画素位置については、サブブロック $SB(0)$ で示される画素値をそのまま利用するものとする。

【0043】

以上のようにして、圧縮時のサブブロック分割部102によって1ブロックの近傍画素(実施形態では 2×2 画素)を複数のサブブロックそれぞれに分散させたことで、補間処理に利用できる周囲の画素の個数を十分に確保できる。従って、画素欠落による画質劣化を最小化することができる。

【0044】

さて、サブブロック統合部124では、上記のようにして復元された4つのサブブロックデータ内の同位置の画素が、オリジナルのブロック内の隣接する 2×2 画素であるものとして統合処理を行なう。すなわち、サブブロック画像 $SB(0)$ 乃至 $SB(3)$ の各画素を、オリジナルのブロック(16×16 画素)に再配置することにより、ブロック画像

10

20

30

40

50

を生成する。そして、そのブロック画像をブロック統合部 125 に信号線 134 を介して出力する。ブロック統合部 125 は、サブブロック統合部 124 から入力した 16×16 画素のブロック画像を、連結し、画像全体に渡って伸張処理された画像を生成し、信号線 135 を介して出力する。

【0045】

以上実施形態に係る画像符号化装置及びその復号装置の構成とその処理を説明した。本実施形態では、1ブロックのサイズを 16×16 画素、サブブロックを 8×8 画素としたが、これによって本発明が限定されるものではない。1ブロックの画像内を、 $p \times q$ 画素 (p, q は正の整数であり、少なくとも一方は 2 以上) のサイズのウインドウを単位にラスタースキャンした場合、 $p \times q$ 個のサブブロックが生成できる。この場合の、各サブ

10

$$SB(0, i, j) = B(p \times i, q \times j)$$

$$SB(1, i, j) = B(p \times i + 1, q \times j)$$

:

$$SB(s, i, j) = B(p \times i + \text{mod}(s, p), q \times j + \text{floor}(s/q))$$

:

$$SB(p \times q - 1, i, j) = B(p \times i + \text{mod}(p \times q - 1, p), q \times j + \text{floor}((p \times q - 1)/q))$$

20

(サブブロックの水平方向の画素数を m 、垂直方向の画素数を n としたとき、 i, j は $0 \leq i \leq m - 1, 0 \leq j \leq n - 1$ の関係にある)

【0046】

また、1つのブロックから 2×2 個を超えるサブブロックを生成した場合、着目サブブロック画像 $SB(k)$ のサブブロック差分画像 $SB'(k)$ を生成する際に利用する予測値は、先行するサブブロックの中で着目サブブロックに隣接するサブブロックの画素値とすることが望ましい。理由は、サブブロック (k) を構成する各画素に空間的に距離的に近い画素を持つのは、着目サブブロックに隣接するサブブロック SB であるからである。また、サブブロック差分画像 $SB'(k)$ を生成する際には、サブブロック画像 $SB(k)$ と着目サブブロックに隣接するサブブロック $SB(k - j)$ ($j < k, j$ は正の整数) とを排他論理和しても構わない。または、先行するサブブロックの中で着目サブブロックに隣接する複数のサブブロックの画素値より内挿予測しても構わない。

30

【0047】

また、実施形態では予測復号化における内挿予測を行って欠落画素の値を求める例を示した。一般に画像においては局所的な相関性があるため、圧縮処理時に相関方向検出して検出結果を保存しておき、復号化時に欠落させた画素の復元に相関方向を使って周囲の画素から予測することで復元精度を高めることに利用することも可能である。例えば、可変長符号化部 131 で垂直方向、水平方向、 45° ジグザグ、 135° ジグザグのように複数のスキャン方向で符号化するものとする。この場合、符号量が最小となるスキャン方向の相関性が高いので、スキャン方向の符号量から相関方向を判定しても良い。

40

【0048】

また、実施形態ではサブブロック削減部 105 によって削減されるサブブロック圧縮データはサブブロック番号の固定順 (降順) で削除することを示したが、サブブロック圧縮データのうち、符号化データの少ない順に削減するようにしても良い。この場合、削除したサブブロック番号をブロックヘッダに格納し、実在するサブブロック圧縮データは昇順に並んでいるものとして扱えば良いであろう。

【0049】

また、特に符号化対象の画像が 2 値画像の場合、サブブロック内の 1 の数 (予測が外れた画素の数) が所定の閾値より少ないなら、そのサブブロックは高い確率で復元可能であることを意味している。従って、サブブロック内の 1 の数が少ない順番でサブブロックを削

50

て符号量制御を行っても良い。あるいは、復元した時の誤差が少なくなる順に削減するようにしても良い。特に、複数のサブブロックを削減する場合は、復元順序が復元画質に影響を及ぼすので、重要である。また、上記実施形態では、符号量を基準に削減するサブブロックを決定していたが、画質（復元誤差）を基準に削減するサブブロックを決定してもよい。例えば、上記サブブロック毎に予測値との差分絶対値を累積する手段と具備し、上記累積値が所定値以下となるサブブロックのデータを伝送しないようにしても良い。

【 0 0 5 0 】

< 第 2 の実施形態 >

図 7 (a) は、第 2 の実施形態における画像符号化装置のブロック構成図を示し、図 7 (b) は画像復号装置のブロック構成図を示している。本第 2 の実施形態での画像符号化装置及び画像復号装置は、以下の説明から明らかになるが、文字線画に特に適したものである。

【 0 0 5 1 】

第 2 の実施形態における画像符号化装置は、ブロック化部 7 0 1、2 色抽出部 7 0 2、識別情報生成部 7 0 3、符号化部 7 0 4、及び、パック部 7 0 5 を有する。また、画像復号装置は、アンパック部 7 1 1、レジスタ 7 1 2、7 1 3、セクタ 7 1 5、ラスタ化部 7 1 6 を有する。なお、各処理部間には、同期をとるためのバッファメモリが介在するが、図では示していない。

【 0 0 5 2 】

先ず、第 2 の実施形態における画像符号化装置について説明する。説明を簡単なものとするため、ここでも、1 ブロックのサイズを 16×16 画素とするが、1 ブロックは複数の画素で構成され、且つ、後述するサブブロックの水平、垂直方向の画素数の整数倍であれば良い。また、画像は 1 色成分（モノクロ画像）で 1 画素が 8 ビットで表わされるものとして説明する。

【 0 0 5 3 】

ブロック化部 7 0 1 は、符号化対象の画像データから、1 ブロック（ $= 16 \times 16$ 画素）を単位に入力し、2 色抽出部 7 0 2、識別情報生成部 7 0 3 に出力する。以下、この 1 ブロック分の画像を第 1 の実施形態と同様にブロック画像という。

【 0 0 5 4 】

2 色抽出部 7 0 2 は、入力したブロック画像中から 2 つの代表色 C_1 、 C_2 を抽出する。具体的には、2 色抽出部 7 0 2 は、ブロック内の各画素の値の平均値 AVE を算出する。そして、算出した平均値 AVE 以下の画素値を持つ画素群（第 1 グループ）と、平均値よりも大きな画素値を持つ画素群（第 2 グループ）に分類する。そして、2 色抽出部 7 0 2 は、第 1 グループに属する各画素の平均値を算出し、それを代表色 C_1 として決定する。また、同様に、2 色抽出部 1 0 2 は、第 2 グループに属する各画素の平均値を算出し、それを代表色 C_2 として決定する。そして、2 色抽出部 7 0 2 は、決定した代表色 C_1 、 C_2 をパック部 7 0 5 に出力するとともに、平均値 AVE を識別情報生成部 7 0 3 に出力する。

【 0 0 5 5 】

なお、 C_2 と C_1 の差 $D (= C_2 - C_1)$ が、予め設定された閾値以下であった場合、特に、着目ブロック内の全画素が同じ色であった場合（ $C_2 = C_1$ の場合に相当する）には、 C_1 、 C_2 の両方を AVE とする。これにより、識別情報を削除することも可能である。即ち、復号時に C_1 と C_2 を比較し、 $C_2 = C_1$ の場合はブロック内の各画素値を C_1 （ C_2 ）に全て置き換えるのである。

【 0 0 5 6 】

識別情報生成部 7 0 3 は、着目ブロック画像をラスタースキャンし、その際に 2 色抽出部 7 0 2 からの平均値 AVE と比較し、平均値 AVE 以下の画素を“ 0 ”、その平均値 AVE を超える画素を“ 1 ”とする 2 値（1 ビット）の情報を生成する。そして、その生成した情報を符号化部 7 0 4 に出力する。要するに、この情報は、着目ブロックの各画素が、先に示した第 1 グループに属する画素であるか、第 2 グループに属する画素であるかを

10

20

30

40

50

識別するための情報と言える。それ故、以下では、この情報を識別情報という。第2の実施形態では、1ブロックのサイズが 16×16 画素としているので、1ブロック分の識別情報は 16×16 ビットで構成されることになる。

【0057】

符号化部704は、上記の識別情報生成部703からの 16×16 ビットの識別情報を、第1の実施形態と同様のアルゴリズムに従って複数(4つ)のサブブロックに分割し、それぞれを符号化する。この符号化部704における詳細は後述する。

【0058】

パック部705は、代表色C1、C2と、符号化部704で符号化された識別情報を結合し、1ブロックの符号化データとして出力する。

10

【0059】

ここで、本第2の実施形態における符号化部704の詳細を図8に示し、以下に説明する。

【0060】

符号化部704は、図8に示すように、サブブロック分割部811、差分算出部821a乃至821c、可変長符号化部831a乃至831d、符号量検知部851、符号量比較部861、及び、セクタ841を有する。

【0061】

サブブロック分割部811は、入力した 16×16 個の識別情報(2値データ)を、ちょうど第1の実施形態におけるサブブロック分割部102と同様に、4つのサブブロックに分割する。第1の実施形態では、ブロック、及びサブブロックは画像データを示し、第2の実施形態でのブロック、サブブロックは2値の識別情報を示す点で異なるが、本第2の実施形態におけるブロックと各サブブロックの識別情報の関係は図2と同じである。それ故、本第2の実施形態でも、各サブブロックをそのサブブロック番号kによってSB(k)として表現する。第1の実施形態と同様、 16×16 ビットの識別情報中の座標(x, y)の識別情報をB(x, y)とし、サブブロックSB(k)(k = 0, 1, 2, 3)内の識別情報をSB(k, x, y)と定義すると、次の通りである。

20

$$SB(0, i, j) = B(2 \times i, 2 \times j)$$

$$SB(1, i, j) = B(2 \times i + 1, 2 \times j)$$

$$SB(2, i, j) = B(2 \times i, 2 \times j + 1)$$

$$SB(3, i, j) = B(2 \times i + 1, 2 \times j + 1)$$

30

【0062】

サブブロック分割部811は、サブブロックSB(0)については、差分算出部821a乃至821c、及び、可変長符号化部831dに出力する。そして、サブブロック分割部811は、サブブロックSB(1)を差分算出部821aに、サブブロックSB(2)を差分算出部821bに、そして、サブブロックSB(3)を差分算出部821cに出力する。

【0063】

差分算出部821a乃至821cは、サブブロック差分情報SB'(1)乃至SB'(3)をそれぞれ次式に従って算出する。

40

$$SB'(1) = SB(1, i, j) - SB(0, i, j)$$

$$SB'(2) = SB(2, i, j) - SB(0, i, j)$$

$$SB'(3) = SB(3, i, j) - SB(0, i, j)$$

【0064】

なお、上記の算出結果、SB'(0)の各画素位置の識別情報の差分値は{-1, 0, +1}の値を取り得るが、2値とすることも可能である。具体的には、2つの1ビットのデータZ0、Z1の排他論理和をXOR(Z0, Z1)と表わすとき、次のようにしてサブブロック差分情報SB'()を求めれば良い。

$$SB'(1) = \text{XOR}\{SB(1, i, j), SB(0, i, j)\}$$

$$SB'(2) = \text{XOR}\{SB(2, i, j), SB(0, i, j)\}$$

50

$SB'(3) = XOR\{SB(3, i, j) - SB(0, i, j)\}$

【0065】

可変長符号化部831a乃至831dは、サブブロック差分情報 $SB'(1)$ 、 $SB'(2)$ 、 $SB'(3)$ 及びサブブロック情報 $SB(0)$ をそれぞれ可変長符号化を行ない、そのサブブロック圧縮データをセクタ841、符号量検知部851に出力する。

【0066】

ここで、可変長符号化部831dで生成される符号化データはサブブロック番号“0”のサブブロック情報 $SB(0)$ の符号化データであるので、その符号化データのデータ量を $L(0)$ と表わす。また、可変長符号化部831a乃至831cで生成される符号化データはサブブロック差分情報 $SB'(1)$ 乃至 $SB'(3)$ の符号化データを示すので、それぞれの符号化データ量を、サブブロック番号に従って $L(1)$ 乃至 $L(3)$ と表わす。

10

【0067】

符号量検知部851は、上記の $L(0)$ 乃至 $L(3)$ を検出し、その検出結果を符号量比較部861に出力することになる。

【0068】

符号量比較部861は、予め設定された閾値 Th を用いて、次式を満たす変数 i の最大値を求め、その結果をセクタ841に出力する。

$L(i) \leq Th$

【0069】

20

例えば、 $L(0) + L(1) + L(2) \leq Th$ を満たし、 $L(0) + L(1) + L(2) + L(3) > Th$ となった場合、変数 i は“2”となるので、“2”を示す信号をセクタ841に出力する。

【0070】

セクタ841は、可変長符号化部831d、831a、831b、831cで生成された4つの符号化データから、符号量比較部861から入力した信号に従った個数の符号化データを入力し、出力する。例えば、符号量比較部861から入力した信号が“2”であった場合には、可変長符号化部831d、831a、831bからの符号化データを、その順番に結合し、固定長とするため不足部のダミービットを付加して、出力する。また、上記の場合には、可変長符号化部831cからの符号化データは破棄する。

30

【0071】

以上実施形態における画像符号化装置について説明した。次に、実施形態における画像復号装置(図7(b)参照)について説明する。

【0072】

アンパック部711は、入力した1ブロック分の符号化データから、代表色 $C1$ 、 $C2$ 及び符号化された識別情報を分離し、代表色 $C1$ はレジスタ712に、代表色 $C2$ はレジスタ713に、符号化された識別情報を復号部714に出力する。復号部714の詳細は後述するが、入力した識別情報を復号し、 16×16 個の2値の識別情報を生成し、ラスタースキャン順にセクタ715に出力する。

【0073】

40

セクタ715は、復号部714からの識別情報が“0”の場合にはレジスタ712に格納された代表色 $C1$ を選択し、ラスタ化部716に出力する。また、セクタ715は、復号部714からの識別情報が“1”の場合にはレジスタ713に格納された代表色 $C2$ を選択し、ラスタ化部716に出力する。この処理を1ブロックの復号過程で、 16×16 回行なうことで、 16×16 画素で構成されるブロック画像がラスタ化部716に出力されることになる。ラスタ化部716は、内部にバッファメモリを有し、少なくとも、復元対象の水平方向画素分の画像データが格納される度に、ラスタースキャン順に画素データを出力する。

【0074】

次に、復号部714について図9を使い説明する。図9は本第2の実施形態における復

50

号部 7 1 4 のブロック構成図である。

【 0 0 7 5 】

この復号部 7 1 4 は、可変長復号化部 9 1 1 a 乃至 9 1 1 d、予測復号化部 9 2 1 a 乃至 9 2 1 c、補間部 9 3 1、及び、サブブロック統合部 9 4 1 を有する。

【 0 0 7 6 】

可変長復号化部 9 1 1 a 乃至 9 1 1 d は、図 8 における可変長符号化部 8 3 1 a 乃至 8 3 1 d と対をなすものであり、これらによってサブブロック差分情報 $SB'(1)$ 乃至 $SB'(3)$ 、及び、サブブロック情報 $SB(0)$ を復号する。復号部 7 1 4 は、アンパック部 7 1 1 から、サブブロック番号順に、各サブブロックの圧縮データを入力し、それを可変長復号化部 9 1 1 d、9 1 1 a、9 1 1 b、9 1 1 c の順番に割振る。従って、仮に 10 入力した 1 ブロック分の符号化データ内に、3 つのサブブロックの符号化データしか存在しなかった場合、可変長復号部 9 1 1 c には、符号化データが供給されない。

【 0 0 7 7 】

各可変長復号化部 9 1 1 a 乃至 9 1 1 d は、それぞれが復号処理を行なう。そして、可変長復号化部 9 1 1 d は、復号したサブブロック情報 $SB(0)$ を、予測復号化部 9 2 1 a 乃至 9 2 1 c、及び、補間部 9 3 1 に出力する。また、他の可変長復号化部 9 1 1 a 乃至 9 1 1 c は、復号して得られたサブブロック差分情報 $SB'(1)$ 乃至 $SB'(3)$ を、対応する予測復号化部 9 2 1 a 乃至 9 2 1 c に出力する。ただし、復号すべき符号化データを 20 入力しなかった可変長復号部は、復号できなかったことを示す信号を対応する予測復号化部に出力する。

【 0 0 7 8 】

予測復号化部 9 2 1 a は、予測値としてサブブロック情報 $SB(0)$ を入力し、それとサブブロック差分情報 $SB'(1)$ を加算することで、サブブロック情報 $SB(1)$ を復元する。他の予測復号化部 9 2 1 b、9 2 1 c も同様の処理を行ない、サブブロック情報 $SB(2)$ 、 $SB(3)$ を復元する。ただし、該当する可変長復号化部から復号できない旨の信号を入力した予測復号化部は、該当するサブブロック $SB()$ が存在しないことを補間部 9 3 1 に出力する。

【 0 0 7 9 】

補間部 9 3 1 は、上記のようにしてサブブロック情報 $SB()$ を入力するが、4 つのサブブロック情報の入力があった場合には、欠落したサブブロック情報を、実在するサブブロック情報に基づき補間する。例えば、サブブロック $SB(3)$ が欠落していた場合には、その欠落したサブブロック $SB(3)$ 内の各画素位置の識別情報を、その近傍の実在する識別情報に基づき補間する。簡単には、欠落位置の周りの実在する近傍の位置情報の個数が N 個であり、そのうち過半数が “ 1 ” である場合には欠落位置の識別情報を “ 1 ” し、“ 1 ” の個数が過半数に満たない場合には “ 0 ” とする。 30

【 0 0 8 0 】

一般に文字線画の画像の場合、文字線画を構成する黒画素が連続するから、上記のようにして補間することで、高い確率で欠落した差分情報を復元できる。

【 0 0 8 1 】

以上本発明に係る実施形態を説明したが、本実施形態で示した各装置が有する処理部の機能、及び、その全体の処理シーケンスを、パーソナルコンピュータ等の汎用情報処理装置で実行するコンピュータプログラムでもって実現しても構わない。例えば、図 1 (a) に示す符号化装置の場合、各処理部 1 0 1 乃至 1 0 5 は、コンピュータプログラムにおけるサブルーチンもしくは関数として処理を行ない、これを符号化対象の画像に含まれるブロック数だけ繰り返す処理を行なえばよい。 40

【 0 0 8 2 】

また、通常コンピュータプログラムは、CD-ROM 等のコンピュータ可読記憶媒体に記憶されており、それを読取り装置 (CD-ROM ドライブ等) にセットし、システムにコピーもしくはインストールすることで実行可能になる。従って、かかるコンピュータ可読記憶媒体も、当然ながら本発明の範疇に入る。 50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 3 】

【図 1】第 1 の実施形態に係る画像符号化装置及び復号装置のブロック構成図である。

【図 2】実施形態におけるサブブロック分割のアルゴリズムを示す図である。

【図 3】実施形態におけるサブブロックの差分処理の一例を示す図である。

【図 4】実施形態における可変長符号化部の処理内容を示す図である。

【図 5】実施形態における可変長復号部の復号処理内容を示す図である。

【図 6】実施形態における欠落画素の復元処理の例を示す図である。

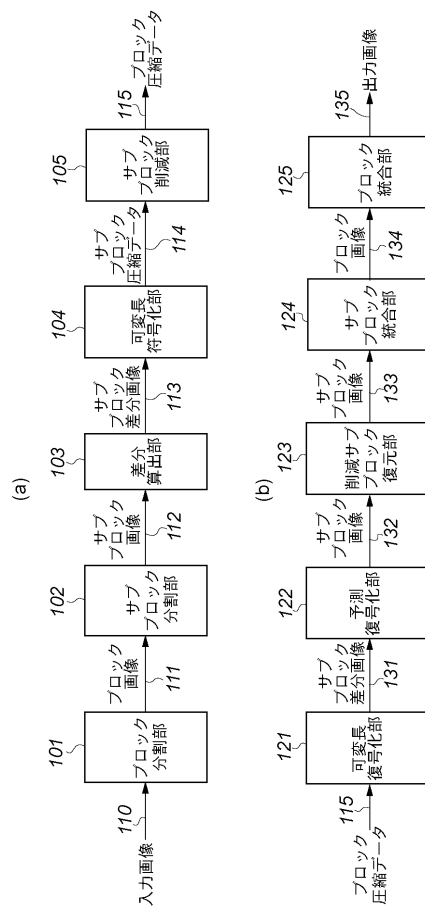
【図 7】第 2 の実施形態に係る画像符号化装置及び復号装置のブロック構成図である。

【図 8】第 2 の実施形態における符号化部のブロック構成図である。

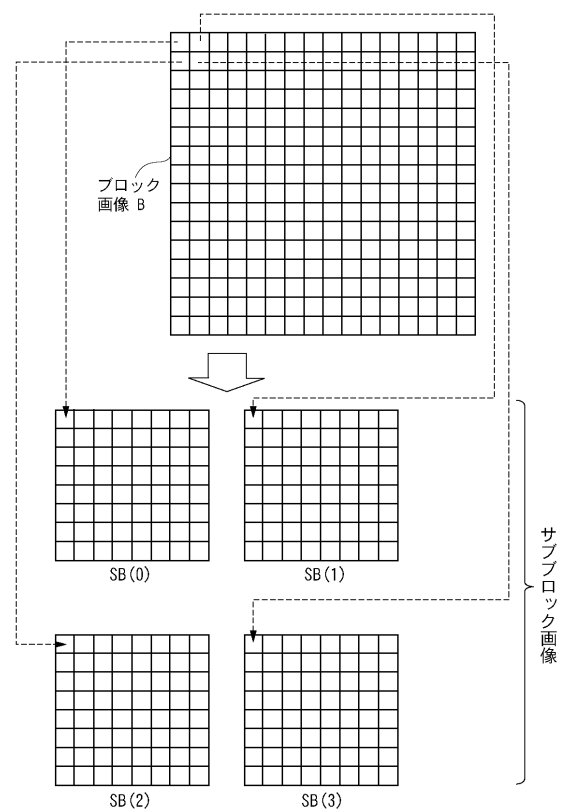
【図 9】第 2 の実施形態における復号部のブロック構成図である。

10

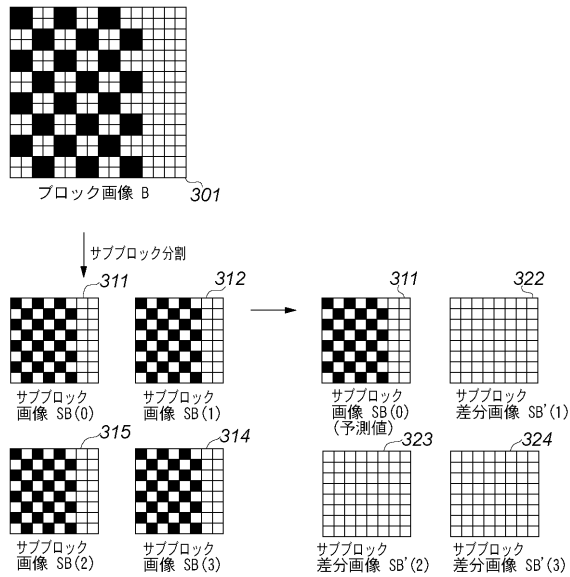
【図 1】



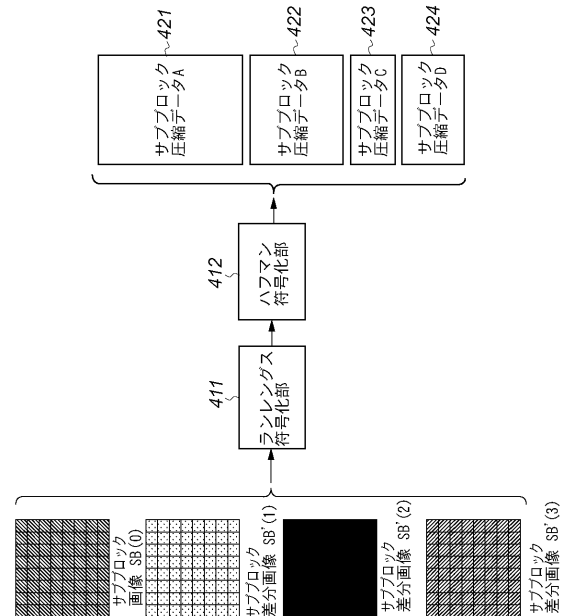
【図 2】



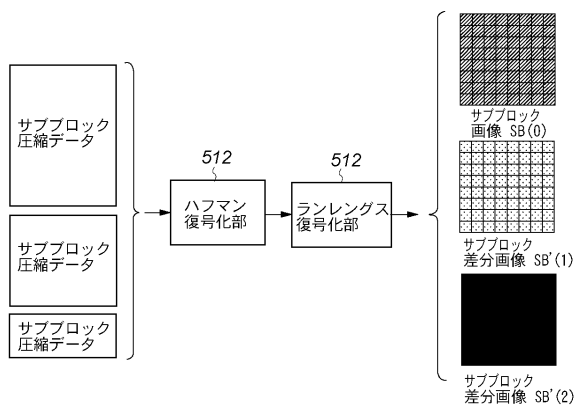
【図 3】



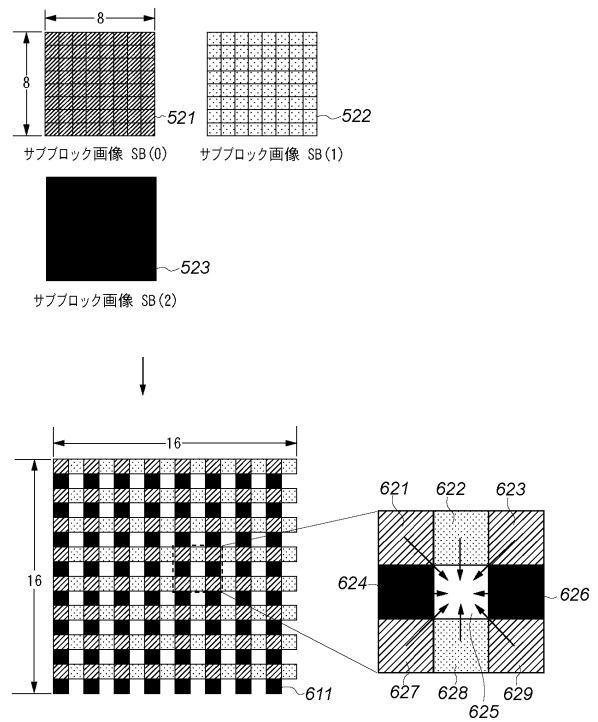
【図 4】



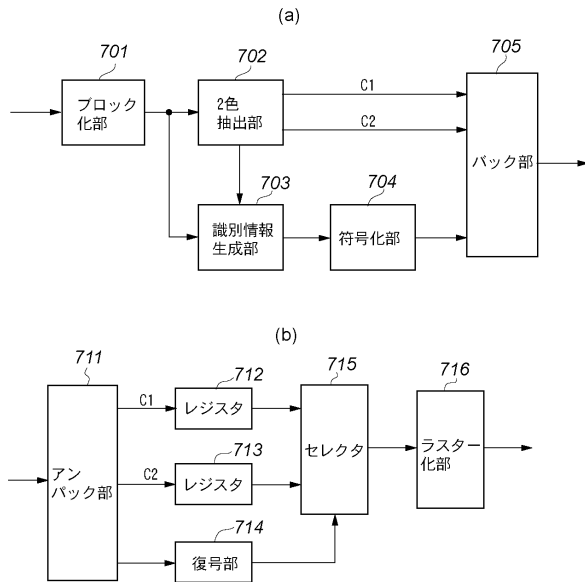
【図 5】



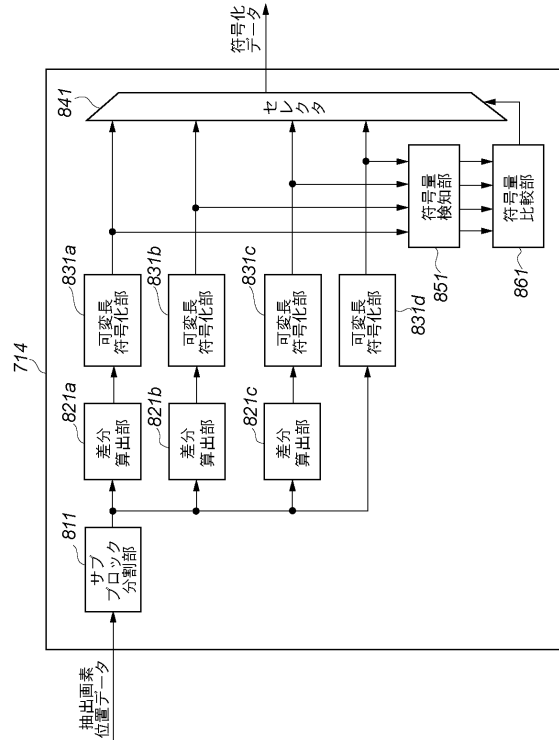
【図 6】



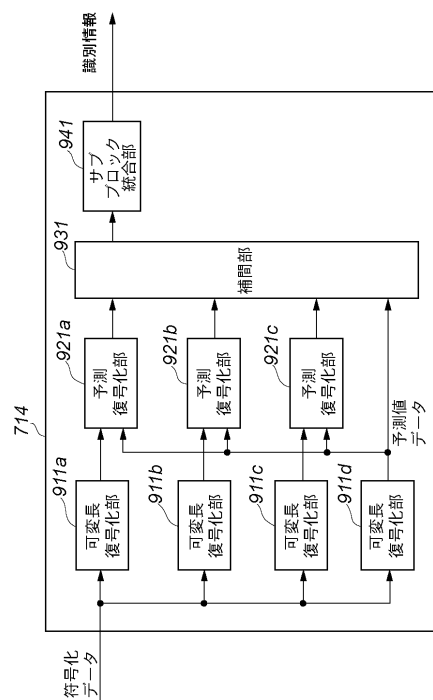
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 橋口 賀保
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 石川 尚
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 堀井 啓明

- (56)参考文献 特開2006-080933(JP,A)
特開2007-116731(JP,A)
特開平01-240088(JP,A)
特開2000-253403(JP,A)
特開平02-272972(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N1/41-1/419
H04N7/24-7/68