

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4587175号
(P4587175)

(45) 発行日 平成22年11月24日(2010.11.24)

(24) 登録日 平成22年9月17日(2010.9.17)

(51) Int.Cl. F I
HO 4 N 1/419 (2006.01) HO 4 N 1/419
HO 4 N 7/26 (2006.01) HO 4 N 7/13 Z

請求項の数 4 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2005-146984 (P2005-146984)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成17年5月19日(2005.5.19)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2006-325006 (P2006-325006A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成18年11月30日(2006.11.30)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成20年5月8日(2008.5.8)		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
		(72) 発明者	松本 友希
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置及び方法、並びに、コンピュータプログラム及びコンピュータ可読記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像データを符号化する画像符号化装置であって、

着目画素の近傍に位置し、符号化済みであって前記着目画素の直前の画素を含む参照画素群から、前記着目画素の予測画素値を求め、前記着目画素を予測符号化し、画素単位の符号化データを生成する第1の符号化手段と、

前記着目画素と直前の画素が同じ画素値となった数をランとして計数し、前記着目画素と直前の画素が異なる画素値となったとき、前記計数したランに基づく符号化データを生成する第2の符号化手段と、

前記第2の符号化手段による符号化において、前記着目画素と直前の画素が異なる画素値となった場合に、前記第1の符号化手段による符号化に切り替える切り替え手段とを備え、

前記第1の符号化手段は、前記第2の符号化手段による符号化から切り替わった直後においては、前記着目画素の直前の画素を前記予測符号化のための参照画素群から除外し、該除外された画素の代替画素として、前記着目画素より前であって、該着目画素と同じく前記第2の符号化手段から第1の符号化手段に切り替わった直後に符号化される画素を設定することにより、前記着目画素を符号化することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 2】

画像データを符号化する画像符号化装置の制御方法であって、

第1の符号化手段が、着目画素の近傍に位置し、符号化済みであって前記着目画素の直

10

20

前の画素を含む参照画素群から、前記着目画素の予測画素値を求め、前記着目画素を予測符号化し、画素単位の符号化データを生成する第1の符号化工程と、

第2の符号化手段が、前記着目画素と直前の画素が同じ画素値となった数をランとして計数し、前記着目画素と直前の画素が異なる画素値となったとき、前記計数したランに基づく符号化データを生成する第2の符号化工程と、

前記第2の符号化工程による符号化において、前記着目画素と直前の画素が異なる画素値となった場合に、切り替え手段が、前記第1の符号化工程による符号化に切り替える切り替え工程とを備え、

前記第1の符号化工程は、前記第2の符号化工程から切り替わった直後においては、前記着目画素の直前の画素を前記予測符号化のための参照画素群から除外し、該除外された画素の代替画素として、前記着目画素より前であって、該着目画素と同じく前記第2の符号化工程から第1の符号化工程に切り替わった直後に符号化される画素を設定することにより、前記着目画素を符号化することを特徴とする画像符号化装置の制御方法。

10

【請求項3】

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、画像データを符号化する画像符号化装置として機能させるコンピュータプログラムであって、

前記コンピュータを、

着目画素の近傍に位置し、符号化済みであって前記着目画素の直前の画素を含む参照画素群から、前記着目画素の予測画素値を求め、前記着目画素を予測符号化し、画素単位の符号化データを生成する第1の符号化手段と、

20

前記着目画素と直前の画素が同じ画素値となった数をランとして計数し、前記着目画素と直前の画素が異なる画素値となったとき、前記計数したランに基づく符号化データを生成する第2の符号化手段と、

前記第2の符号化手段による符号化において、前記着目画素と直前の画素が異なる画素値となった場合に、前記第1の符号化手段による符号化に切り替える切り替え手段として機能させ、

前記第1の符号化手段は、前記第2の符号化手段による符号化から切り替わった直後においては、前記着目画素の直前の画素を前記予測符号化のための参照画素群から除外し、該除外された画素の代替画素として、前記着目画素より前であって、該着目画素と同じく前記第2の符号化手段から第1の符号化手段に切り替わった直後に符号化される画素を設定することにより、前記着目画素を符号化することを特徴とするコンピュータプログラム

30

。

【請求項4】

請求項3に記載のコンピュータプログラムを格納したことを特徴とするコンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像データの符号化技術に関するものである。

【背景技術】

40

【0002】

従来、画像の符号化手法として予測符号化をベースとするものがある。予測符号化方法では、画像データを予測変換によって予測誤差へと変換する系列変換部と、系列変換部から出力される予測誤差をより冗長性の少ない符号化データへと変換するエントロピー符号化部で構成される。

【0003】

例えば、上記予測符号化を用いる方式としては、国際標準方式であるJPEG-LS (ITU-T T.87 | ISO/IEC14495-1) などが知られている。

【0004】

また、JPEG (ITU-T T.81 | ISO/IEC10918-1) ではIndependent Functionとして予測

50

符号化をベースとした可逆符号化方式が規定されている。以下、これをＪＰＥＧ可逆符号化モードと呼ぶ。ＪＰＥＧ可逆符号化モードでは、近傍画素から着目画素の値を予測する方法として７つの予測式を規定しており、画像に応じて予測方法を選択できるようになっている。

【０００５】

図２に従来の画像処理装置のブロック図を示す。同図は上述のＪＰＥＧ可逆符号化モードにより画像を可逆圧縮する装置の一例である。同図に於いて、２０１はバッファ、２０２は成分値予測部、２０３は減算器、２０４はハフマンテーブル用メモリ、２０５は予測誤差符号化部、２０９は符号列形成部、２０６，２０７，２０８は信号線である。

【０００６】

ハフマンテーブル用メモリ２０４には予測誤差符号化部２０５において使用されるハフマンテーブルが格納される。ここでは、図６に示すハフマンテーブルが格納されているものとする。

【０００７】

同図を用いて従来の画像処理装置により、各成分が８ビットで表現されたＲＧＢカラー画像を符号化する処理の流れを説明する。

【０００８】

まず、信号線２０８から成分値予測部２０２において用いる予測方法を選択する予測選択信号 m が入力される。予測選択信号 m は０～７までの整数値であり、それぞれに異なる予測式が対応付けられる。また、１つの画像を符号化する場合には、この予測選択信号 m は変化せず、固定である。使用される予測式と予測選択信号 m の対応は図４の通りである。なお、予測選択信号 m が０の場合には予測式なしとなっているが、これは予測変換を行わず、各成分をそのまま符号化することを意味する。図中の係数 p ， a ， b ， c については後述する。

【０００９】

次に、信号線２０６から画像データが順に入力される。画素データの入力順序はラスタースキャン順とし、各画素で R ， G ， B の順番で成分データが入力されるものとする。 R ， G ， B をそれぞれ成分番号０，１，２と定義し、画像の左上隅を座標（０，０）として水平方向画素位置 x 、垂直方向画素位置 y にある画素の成分番号 C の値を $P(x, y, C)$ と表すこととする。例えば、位置 $(x, y) = (3, 4)$ である画素が $(R, G, B) = (255, 128, 0)$ という値を持つ場合、 $P(3, 4, 0) = 255$ 、 $P(3, 4, 1) = 128$ 、 $P(3, 4, 2) = 0$ と表現する。

【００１０】

バッファ２０１は信号線２０６から入力される画像データを２ライン分格納する。

【００１１】

成分値予測部２０２はバッファ２０１から着目する画素の成分値 $x = P(x, y, C)$ について直前の画素の同一成分の値 $a = P(x - 1, y, C)$ 、１ライン前の画素の同一成分の値 $b = P(x, y - 1, C)$ 、および斜め左上の画素の同一成分の値 $c = P(x - 1, y - 1, C)$ を取り出し、予測方式選択信号 m に従って予測値 p を生成する。着目する画素の成分値 x と a ， b ， c の位置関係を図３に示す。なお、 a ， b ， c が画像の外側となる場合には０とする。

【００１２】

減算器２０３は符号化対象となる成分値 x と予測値 p との差分値を求め、予測誤差 e として出力する。

【００１３】

予測誤差符号化部２０５は、まず、減算器２０３から入力される予測誤差 e を複数のグループに分類して、グループ番号 $SSSS$ と、グループごとに定められるビット長の付加ビットを生成する。図５に予測誤差 e とグループ番号 $SSSS$ の関係を示す。付加ビットはグループ内で予測誤差を特定するための情報であり、ビット長はグループ番号 $SSSS$ で与えられる。なお、 $SSSS = 16$ である場合には例外的にビット長は０である（但し、各

10

20

30

40

50

成分の精度が 8 ビットである場合には $SSSS = 16$ は発生しない)。予測誤差 e が正であるならば予測誤差 e の下位 $SSSS$ ビットが付加ビットとなり、負である場合には $e - 1$ の下位 $SSSS$ ビットが付加ビットとなる。付加ビットの最上位ビットは予測誤差 e が正であれば 1、負であれば 0 となる。符号化処理は、まず、メモリ 204 に格納されているハフマンテーブルを参照して、グループ番号 $SSSS$ に対応する符号化データを出力し、 $SSSS$ が 0 または 16 でない場合には続いてグループ番号により定まるビット長で付加ビットを出力するという順序で行われる。

【0014】

符号列形成部 209 は信号線 208 を介して入力される予測選択信号 m や、画像の水平方向 / 垂直方向の画素数、画素を構成する成分の数、各成分の精度などの付加情報と、予測誤差符号化部 205 から出力される符号化データから、JPE G の規格書に準拠したフォーマットの符号列を形成し、信号線 207 に出力する。

【0015】

なお、上記予測符号化以外に、ランレングス符号化というものが知られており、これは前の符号化済み画素と一致している場合に、何画素分一致しているかという情報を符号化するものであり、画像中に同一画素が続く場合には符号化効率が良い。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

ところで、符号化の目的は原画像のデータ量を削減するものにあり、可逆符号化は更に完全にオリジナル画像に復元可能な符号を生成することにある。従って、1 つの画像を可逆符号化する場合には、上記予測符号化技術とランレングス符号化技術の何れか一方のみを適用するよりも、これらを局所的に使い分ける方が得策であろう。

【0017】

しかしながら、従来、上記複数の符号化を切り替えながら利用する際に、効率良く符号化する方法は確立していないのが現状である。

【0018】

本発明は、上記点に鑑みてなされたものであり、画素単位の符号化技術とランレングス符号化を選択的に利用する符号化を実行する際に、効率良く符号化する為の技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0019】

かかる課題を解決するため、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、

画像データを符号化する画像符号化装置であって、

着目画素の近傍に位置し、符号化済みであって前記着目画素の直前の画素を含む参照画素群から、前記着目画素の予測画素値を求め、前記着目画素を予測符号化し、画素単位の符号化データを生成する第 1 の符号化手段と、

前記着目画素と直前の画素が同じ画素値となった数をランとして計数し、前記着目画素と直前の画素が異なる画素値となったとき、前記計数したランに基づく符号化データを生成する第 2 の符号化手段と、

前記第 2 の符号化手段による符号化において、前記着目画素と直前の画素が異なる画素値となった場合に、前記第 1 の符号化手段による符号化に切り替える切り替え手段とを備え、

前記第 1 の符号化手段は、前記第 2 の符号化手段による符号化から切り替わった直後においては、前記着目画素の直前の画素を前記予測符号化のための参照画素群から除外し、該除外された画素の代替画素として、前記着目画素より前であって、該着目画素と同じく前記第 2 の符号化手段から第 1 の符号化手段に切り替わった直後に符号化される画素を設定することにより、前記着目画素を符号化することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、画素単位の符号化と画素の連続性を符号化するランレングス符号化との両方を利用しつつも、効率良く符号化することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 1 】

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。

【 0 0 2 2 】

〔 第 1 の実施形態 〕

図 1 は、本実施形態に係る画像符号化装置のブロック構成図である。図 1 に示すように、本実施形態に係る画像処理装置は、色数判定部 1 0 1、近傍一致情報符号化部 1 0 2、成分値予測符号化部 1 0 3、ランレングス符号化部 1 0 4、符号生成部 1 0 5、スイッチ 1 0 6、符号列形成部 1 0 7、バッファ 2 0 1 とを備える。同図において 1 0 8、1 0 9、1 1 0、2 0 6、2 0 7 は信号線である。従来の画像処理装置の処理ブロックと同じ動作をするブロックについては同じ番号を付し、その説明を省略する。以下、図 1 の装置における画像符号化処理について説明する。また、実施形態では、予測選択信号 $m = 4$ であるものとして説明する。

【 0 0 2 3 】

本実施形態に係る画像処理装置の符号化対象とする画像データは、RGB カラー画像データであり、各コンポーネント（色成分）は 8 ビット（多値）で 0 ~ 2 5 5 の範囲の輝度値を表現した画素データにより構成されるものとする。なお、本実施形態においては RGB カラー画像を対象としているが、CMYK カラー画像のような 1 画素に複数のコンポーネントを持つ画像でも良いし、モノクロ多値の画像にも画像に対応する。符号化対象の画像データは水平方向 W 画素、垂直方向 H 画素のサイズとする。従って、入力される画像データは $W \times H \times 3$ バイトのデータ量である。また、水平右方向が X 座標の正方向、垂直下方向が Y 座標の正方向と定義する。また、入力する画像データの入力順序はラスタ順とし、各画素は R、G、B の順番でデータを並べて構成されるものとする。

【 0 0 2 4 】

次に、本実施形態の画像処理装置での各部の動作について説明する。

【 0 0 2 5 】

まず、信号線 2 0 6 から符号化対象となる画像データが順に入力され、バッファ 2 0 1（2 ライン分の容量を有する）に格納される。画素データの入力順序はラスタスキャン順とし、各画素で R、G、B の順番で成分データが入力されるものとする。R、G、B をそれぞれ成分番号 0、1、2 と定義し、画像の左上隅を座標（0、0）として水平右方向画素位置 x 、垂直下方向画素位置 y にある画素の成分番号 C の値を $P(x, y, C)$ と表すこととする。例えば、位置 $(x, y) = (3, 4)$ である画素が $(R, G, B) = (255, 128, 0)$ という値を持つ場合、 $P(3, 4, 0) = 255$ 、 $P(3, 4, 1) = 128$ 、 $P(3, 4, 2) = 0$ と表現する。

【 0 0 2 6 】

色数判定部 1 0 1 は図 2 4 に示すように、色数演算部 1 0 1 a、セレクトア 1 0 1 b、レジスタ 1 0 1 c、ラッチ 1 0 1 d で構成される。レジスタ 1 0 1 c、ラッチ 1 0 1 d、セレクトア 1 0 1 b についての詳細は後述することとし、ここではセレクトア 1 0 1 b はデータ「a」を選択し、色数演算部 1 0 1 a に出力するものとして説明することとする。

【 0 0 2 7 】

従って、色数演算部 1 0 1 a には、着目する画素 X の各成分について、バッファ 2 0 1 から図 3 の a、b、c、d に示す周囲 4 画素の同一成分値が供給され、画素 X_a 、 X_b 、 X_c 、 X_d を得ることになる。着目する画素の位置を (x, y) とし、これを用いて X_a 、 X_b 、 X_c 、 X_d を表現すると以下の通りである。

$$X_a = (P(x-1, y, 0), P(x-1, y, 1), P(x-1, y, 2))$$

$$X_b = (P(x, y-1, 0), P(x, y-1, 1), P(x, y-1, 2))$$

$$X_c = (P(x-1, y-1, 0), P(x-1, y-1, 1), P(x-1, y-1, 2))$$

$X_d = (P(x+1, y-1, 0), P(x+1, y-1, 1), P(x+1, y-1, 2))$

色数演算部 101a は、これら 4 画素 X_a, X_b, X_c, X_d に何種類の色が含まれるかを検出して、その色数 N_c を信号線 109 上に出力する。具体的には 4 画素から 2 画素を取り出す 6 通りの組み合わせ (X_a, X_b)、(X_a, X_c)、(X_a, X_d)、(X_b, X_c)、(X_b, X_d)、(X_c, X_d) について、取り出した同一色のペア数をカウントし、それが 0 であれば 4 色、1 であれば 3 色、2 か 3 であれば 2 色、6 であれば 1 色と判断し、その色数 N_c を信号線 109 上に出力する。

【0028】

近傍一致情報符号化部 102 は、信号線 109 を介して入力した色数 N_c 、着目画素 X 、およびその近傍画素群 X_a, X_b, X_c, X_d に基づいて近傍画素状態情報、ベクトル情報を生成する。そして、この近傍一致情報符号化部 102 は、近傍画素状態情報を信号線 108 上に出力し、ベクトル情報については内部的に符号化し、その符号語を信号線 110 上に出力する。

【0029】

図 11 は実施形態における近傍一致情報符号化部 102 の内部の構成を更に詳細なブロック図である。同図に示すように、近傍一致情報符号化部 102 は近傍一致判定部 1101、一致画素位置符号化部 1102、および、セクタ 1104 から構成される。また、1103 は信号線である。なお、ここでも、セクタ 1104 を設けた理由の詳細は後述するものとし、ここではセクタ 1104 はデータ「a」を選択するものとして説明する。

【0030】

以下、同図を参照して近傍一致情報符号化部 102 の内部で行われる処理について説明する。

【0031】

まず、近傍一致判定部 1101 が信号線 1103 に出力するベクトル情報について説明する。

【0032】

近傍一致判定部 1101 は着目画素 X と同一色の画素がその周囲 4 画素 (X_a, X_b, X_c, X_d) 内に存在するか否か、および、一致する画素が存在する場合にはその画素の相対位置を特定するベクトル情報を生成し、信号線 1103 へと出力する。このベクトル情報は、信号線 109 を介して入力される色数 N_c に依存して決定される。それぞれの色数 N_c の場合に分けて近傍一致判定部 1101 の処理を説明する。

【0033】

まず、色数 N_c が 4 である場合、即ち、 X_a, X_b, X_c, X_d が全て異なる画素値である場合、近傍一致判定部 1101 は無条件に“4”の値のベクトル情報として出力する。

【0034】

また、色数 N_c が 1 の場合、すなわち $X_a \sim X_d$ が全て同じ色である場合、着目画素 X と近傍 X_a を比較して $X = X_a$ ならば“0”、 $X \neq X_a$ ならば“1”をベクトル情報として出力する。

【0035】

色数 N_c が 2 の場合、すなわち、 $X_a \sim X_d$ 中に同じ色のペアが 2 つ存在する場合、 X_a, X_b, X_c, X_d の順番で第 1 の画素値 (色) X_1 と、それとは異なる第 2 の画素値 X_2 を求め、 $X = X_1$ ならば“0”、 $X = X_2$ ならば“1”、 $X \neq X_1$ かつ $X \neq X_2$ ならば“2”をベクトル情報として出力する。 X_a, X_b, X_c, X_d の順番で見た場合、第 1 の画素 X_1 は X_a である。また、第 2 の画素値は X_a と異なる値を持つ X_b, X_c, X_d のいずれかである。

【0036】

色数 N_c が 3 の場合、すなわち、 $X_a \sim X_d$ に同じ色のペアが 1 つ存在する場合、 X_a, X_b, X_c, X_d の順番で第 1 の画素値 X_1 、第 2 の画素値 X_2 、第 3 の画素値 X_3 を

求め、 $X = X_1$ ならば “ 0 ”、 $X = X_2$ ならば “ 1 ”、 $X = X_3$ ならば “ 2 ”、 $X \neq X_1$ かつ $X \neq X_2$ かつ $X \neq X_3$ ならば “ 3 ” をベクトル情報として出力する。ここで、 X_a 、 X_b 、 X_c 、 X_d の順番で見た場合、画素 X_1 は X_a である。また、画素値 X_2 は、 X_b 、 X_c 、 X_d の順に見た時に最初に X_a と異なる画素である。画素値 X_3 は、 X_2 以降の、 X_2 と異なる画素となる。

【 0 0 3 7 】

次に、近傍一致判定部 1 1 0 1 が信号線 1 0 8 に出力する近傍画素状態情報について説明する。

【 0 0 3 8 】

この近傍画素状態情報は、着目画素 X と同じ色の画素が近傍 4 画素内に存在するか否かを示す情報である。具体的には、近傍一致判定部 1 1 0 1 は、信号線 1 1 0 3 上に出力するベクトル情報と、信号線 1 0 9 を介して入力される色数 N_c とを比較し、両者が一致している場合には “ 0 ”、不一致の場合には “ 1 ” を近傍画素状態情報として信号線 1 0 8 に出力する。従って、色数 N_c が 4 である場合には常に “ 1 ” となる。また、色数 N_c が 4 以外 (3 以下) の場合には、着目画素 X が周囲 4 画素 X_a 、 X_b 、 X_c 、 X_d のいずれとも一致していないならば “ 1 ”、少なくとも何れか 1 つの一致する場合には “ 0 ” を出力する。

【 0 0 3 9 】

図 1 2 は、上記のベクトル情報と近傍画素状態情報との関係を示すものである。図示からもわかるように、近傍画素状態情報が “ 0 ” となるのは、着目画素 X の近傍にある 4 画素に含まれる色数 N_c が 3 以下で、その近傍 4 画素中に着目画素 X と同じ色を持つ画素が少なくとも 1 つ含まれる場合である。換言すれば、着目画素 X の近傍にある N 個 (実施形態では $N = 4$) の近傍画素群の中に同じ色のペアが少なくとも 1 つ存在し、且つ、着目画素 X がその近傍画素群のいずれかと同じ色である場合に、近傍画素状態情報が “ 0 ” となる。

【 0 0 4 0 】

図 1 1 の説明に戻る。一致画素位置符号化部 1 1 0 2 は、信号線 1 1 0 3 から入力されるベクトル情報を符号化し、その結果である符号語を信号線 1 1 0 へと出力する。本実施形態における一致画素位置符号化部 1 1 0 2 は、色数 N_c に応じて図 1 5 (a) 乃至 (c) の符号表を切り替えて使用する。色数 N_c が 4 である場合には一致画素位置符号化部 1 1 0 2 からの符号出力は行われない。但し、何らかの符号を出力しても、後述するように、それが最終的な画像データの符号語としては採用されることはない。

【 0 0 4 1 】

以上、説明した動作により、ベクトル情報の符号語が信号線 1 1 0 上に出力され、近傍画素状態情報が信号線 1 0 8 上に出力されることになる。

【 0 0 4 2 】

図 1 の説明に戻る。符号生成部 1 0 5 は、近傍一致情報符号化部 1 0 2 からの近傍画素状態情報 (信号線 1 0 8 上の信号)、ベクトル情報の符号語 (信号線 1 1 0 上の信号)、成分値予測符号化部 1 0 3 からの符号語に基づき、出力符号語を生成し、スイッチ 1 0 6 に出力する。近傍一致情報符号化部 1 0 2 については既に説明しているので、以下では、成分値予測符号化部 1 0 3 について説明する。

【 0 0 4 3 】

成分値の予測符号化には J P E G 可逆符号化モードや、可逆と準可逆符号化の国際標準方式である J P E G - L S (I T U - T T.87 | I S O / I E C 14495-1) に regular mode として説明される方式などを使用することができる。ここでは説明を簡略化するため、簡易な構成について説明する。

【 0 0 4 4 】

図 1 0 は成分値予測符号化部 1 0 3 の内部の構成をさらに細かいブロックに分割して示した図である。同図に示すように、成分値予測符号化部 1 0 3 は成分値予測部 2 0 2、減算器 2 0 3、予測誤差符号化部 1 0 0 1、セクタ 7 0 2 で構成される。なお、1 0 8 は

10

20

30

40

50

信号線であり、既に説明した近傍画素状態情報を入力するためのものである。また、セクタ702を設けた理由についての詳細は後述することと、ここではセクタ702はデータ「a」を選択するものとして説明を続ける。また、従来技術の説明で用いた図2の処理ブロックと同じ機能を果たすブロックについては同じ番号を付し、説明を省略する。

【0045】

従来方式の説明と同様の動作により、着目する画素Xの周囲画素の同一成分値a, b, cから成分値予測部202により予測値pが生成され、減算器203において着目する画素の成分値x (xはR、G、Bのいずれか)との差分(予測誤差) $e = x - p$ が生成され、予測誤差符号化部1001へと入力される。本実施形態では成分値予測部202に入力される予測選択信号mを固定値4として、全ての成分値に対して「 $a + b - c$ 」の式により予測を行うこととする。予測誤差符号化部1001では予測誤差eをGolomb符号を用いて符号化する。

10

【0046】

Golomb符号は非負の整数値を符号化対象とし、パラメータ変数kによって異なる複数の確率モデルによる符号化が可能であるという特徴を持ち、また、符号化対象シンボルとパラメータ変数kから符号語を導出することができるため、符号表が不要という利点がある。Golomb符号の一形態がISOとITU-Tから国際標準勧告されるJPEG-LS (ISO/IEC 14495-1 | ITU-T Recommendation T.87) において予測誤差の符号化方式として採用されている。ここでは減算器203から出力される予測誤差eを次式により非負の整数値(Vとする)に変換した後に、これを選択したkパラメータでGolomb符号化する。

20

$e \geq 0$ の場合、 $V = 2 \times e$

$e < 0$ の場合、 $V = -2 \times e - 1$

【0047】

符号化対象の非負の整数値Vを符号化パラメータkでGolomb符号化する手順は次の通りである。

【0048】

まず、Vをkビット右シフトして整数値mを求める。Vに対する符号はm個の「0」に続く「1」(可変長部)とVの下位kビット(固定長部)の組み合わせにて構成する。図16にk=0、1、2、3におけるGolomb符号の例を示しておく。ここに述べた符号の構成方法は一例であり、固定長部と可変長部の順序が逆にしても一意復号可能な符号を構成することができ、また、0と1を反対にして符号を構成することもできる。符号化パラメータkの選択方法としては所定の単位で最適なkパラメータの選択して符号列に含める方法など様々な手法が考えられるが、本実施形態ではJPEG-LSと同様の手法により符号化の過程で更新していく方法を用いる。以下、符号化パラメータkの選択方法について述べる。

30

【0049】

予測誤差符号化部1001には符号化済みの画素の数を保持するカウンタNと、各成分毎に符号化済みの予測誤差の絶対値の合計を保持するカウンタA[C] (Cは成分番号であり、0~2)とを備える。符号化の開始時点でカウンタNを1、カウンタA[0]~A[2]を2に設定する。符号化対象の成分値ごとに $N \times 2^k$ がA[C]を超えない最大のkを求め、これを用いて先に説明した手順にて予測誤差eをGolomb符号化し、符号語を出力する(なお、 x^y は、xのy乗を示す)。

40

【0050】

各成分の符号化処理後にA[C]に予測誤差の絶対値|e|を加算して更新する。またこの場合、全成分の符号化処理後にNに1を加えて更新する。なお、A[C]とNを所定の範囲内に限定するためにはNが一定値(例えば32)に達したタイミングでA[C]とNを1/2にするとといった処理を適用すれば良い。また、予測誤差符号化部1001は信号線108を介して入力される近傍画素状態情報が“1”である場合にのみ動作する。

【0051】

以上、実施形態における成分値予測符号化部103の処理内容を説明した。次に、符号

50

生成部 105 について説明する。

【0052】

実施形態における符号生成部 105 に入力される情報は、図 1 に示すように、成分値予測符号化部 103 から出力される R、G、B 各成分の予測符号語と、近傍一致情報符号化部 102 から出力されるベクトル情報の符号語および近傍画素状態情報、そして、色数 N_c の 4 つである。これら 4 つの情報に基づき、符号生成部 105 は以下に示す処理 A 乃至 C のいずれか 1 つの処理を行なう。

【0053】

[処理 A]

近傍画素状態情報が “ 0 ” の場合、すなわち、図 12 に示したように、着目画素 X の近傍 4 画素に含まれる色数が 3 以下であり、尚且つ、着目画素 X と同じ色の画素が近傍 4 画素内に存在する場合、符号生成部 105 は、入力したベクトル情報の符号語のみを出力する。

10

【0054】

[処理 B]

色数 $N_c < 4$ であり、且つ、近傍画素状態情報が “ 1 ” の場合、即ち、図 12 に示したように、着目画素 X の近傍 4 画素に含まれる色数が 3 以下であって、着目画素 X と同じ色の画素が近傍 4 画素内に存在しない場合には、符号生成部 105 は、入力したベクトル情報の符号語に続けて、成分値予測符号化部 103 から出力される R、G、B 各成分の予測符号語を出力する。

20

【0055】

[処理 C]

色数 $N_c = 4$ の場合、符号生成部 105 は、成分値予測符号化部 103 から出力される R、G、B 各成分の予測符号語のみを出力する。ベクトル情報の符号語は出力しない。

【0056】

図 7 は、符号生成部 105 から出力される符号データを示している。同図 (a) が上記処理 A、同図 (b) が上記処理 B、同図 (c) が上記処理 C の結果である。

【0057】

次に、図 1 の説明に戻って、実施形態におけるランレングス符号化部 104 について説明する。

30

【0058】

ランレングス符号化部 104 は、その内部に、同じ画素値の連続数を計数するカウンタ R_L を保持し、着目画素 X の直前の画素における色数 N_c が “ 1 ” 以外であり、着目画素の色数 N_c が “ 1 ” となった場合に計数を開始する。一旦、計数を開始すると、それ以降は色数 N_c によらず、着目する画素 X が直前の画素値 X_a と異なる色になるか、1 ラインの最後の画素を処理し終えるまでの画素数をカウントする。ランが終端した時点 (0 ランの場合も有り得る) で、カウンタ R_L に保持されている値をランレングス符号化して、スイッチ 106 に向けて出力する。なお、ランレングス符号化部 104 は、ランを計測している最中であるか、非計測状態であるのかを示すステータス情報を信号線 115 を介してスイッチ 106 に出力する。ランが終端した場合に、その旨の情報を信号線 116 に出力するが、この信号 116 の意味についての詳細は後述する。

40

【0059】

ここで、ランレングスの符号化には、様々な方法を適用することが可能であるが、ここでは国際標準方式 J P E G - L S における run mode によるランレングスの符号化と同じ手法を用いることとし、詳細については省略する。

【0060】

次に、図 1 におけるスイッチ 106 について説明する。

【0061】

説明に先立ち、着目画素を X_i 、そして着目画素 X_i の近傍 4 画素の色数を N_{c_i} 、着目画素 X_i の直前の画素を X_{i-1} 、そして画素 X_{i-1} の近傍 4 画素の色数を $N_{c_{i-1}}$ として

50

定義する。また、符号化生成部 105 から出力される符号化データ（図 8（a）、（b）のいずれかの符号化データ）を画素符号化データと呼び、ランレングス符号化部 104 から出力される符号化データをランレングス符号化データと呼び、両者を区別する。更に、ランレングス符号化部 104 から信号 115 上に出力されるステータス情報であるが、ランを計測中である場合には“1”、非計測中である場合には“0”であるものとする。

・ステータス情報が“0”の場合：

スイッチ 106 は端子 a を選択して着目画素 X_i の画素符号化データを選択して符号列形成部 107 に出力する。このとき、 $Nc_{i-1} = 1$ 、且つ、 $Nc_i = 1$ であった場合には、画素符号化データの符号列形成部 107 への出力後、端子 b に切替える。端子 b に切替える理由は、上記条件により、ランレングス符号化部 104 はランの計測が開始されるためであり、ランの計測中は画素符号化データを出力しないためである。なお、上記条件以外の場合には、端子 a の選択状態を維持する。

・ステータス情報が“1”である場合：

端子 b を選択する。このとき、ランレングス符号化部 104 はランを計測中である場合には、ランレングス符号化部 104 からはランレングス符号化データは出力されないの、符号列形成部 107 には、何も出力されない。また、ランレングス符号化部 104 がラン終端を検出した場合には、ランレングス符号化部 104 はランレングス符号化データを出力する。従って、スイッチ 106 はそのランレングス符号化データを符号列形成部 107 に出力することになる。ランレングス符号化部 104 は、ランレングス符号化データの出力後、そのステータス情報を“0”にする。ステータスが“1”から“0”になるのは、ランの計測が終了した場合である。ランの計測が終了するのは、着目画素 X とその直前の画素 X_a との関係が $X = X_a$ である場合、或いは、 $X \neq X_a$ であっても着目画素 X の位置がラインの終端である場合のいずれかである。従って、前者の場合には、着目画素の画素符号化データを出力すべく、ランレングス符号化データの出力直後に、端子 a を選択する。

【0062】

以上説明したように、符号列形成部は画像の符号化に先立ち、予測選択信号 m や、画像の水平方向 / 垂直方向の画素数、画素を構成する成分の数、各成分の精度などの付加情報をヘッダとして出力し、そのヘッダに後続してスイッチ 106 を介して出力される符号化データを順に出力する。出力先が記憶装置である場合、ファイルとして出力することになる。

【0063】

図 9 は符号列形成部 107 から出力される符号化データの構造を示している。なお、同図においてランレングス符号化データと画素符号化データの並びは適当であり、特にマーカなどの区切りなく混在できることを示すために図示した。なお、本実施形態の画像処理装置では予測選択信号 m を固定値としているのでヘッダから除くようにしても構わない。

【0064】

また、図 9 において、ヘッダの直後の符号化データがランレングス符号化データであるのは理由がある。上記説明によると、着目画素が符号化対象の画像データの左上隅位置にあるとき、予測値を求める際の a 、 b 、 c は画像域外にあり、 $a = b = c = 0$ として扱われるためである。より詳しくは、 $a = b = c$ であるから、着目画素 X に対する周辺画素の色数 Nc は“1”となり、少なくとも 0 以上のランレングス符号化データが出力されるからである。

【0065】

以上であるが、上記実施形態では、近傍一致情報符号化部 102 内の一致画素位置符号化部 1102 は、色数 Nc に基づいて、図 15（a）乃至（c）の符号化テーブルを 1 つを用いて符号化するものとして説明したが、色数 Nc に依存せず、図 7 に示す 1 つのテーブルを用いてベクトル情報の符号語を生成するようにしても構わない。但し、色数 $Nc = 1$ の場合、ベクトル情報が 0、1 のいずれであっても、その符号語は 1 ビットで済むのに対し、図 7 では 2 ビット以上の符号語が生成されるので、図 15（a）乃至（c）に示す

ように色数 N_c に応じてベクトル情報の符号化テーブルを切替えることが望ましい。

【 0 0 6 6 】

次に、図 1 における信号 1 1 6、図 1 0 のセクタ 7 0 2、図 1 1 のセクタ 1 1 0 4、図 2 4 のセクタ 1 0 1 b、レジスタ 1 0 1 c、ラッチ 1 0 1 d を設けた理由と、その動作について説明する。

【 0 0 6 7 】

これまでの説明からも理解できるように、ランレングス符号化部 1 0 4 のランが終了する 1 つの理由は、着目画素 X とその直前の画素 X_a が同一色でない場合である。このとき、カウンタ R_L に格納された値をランレングス符号化し、その符号語をスイッチ 1 0 6 に出力し、その後で、着目画素 X の画素符号化データを出力する。ここで着目画素 X について考察すると、 $X = X_a$ であったわけであるから、図 1 2 を参照すれば容易にわかるように、ベクトル情報が “ 0 ” となることはあり得ない。

【 0 0 6 8 】

本来、符号化効率が最も高いのは、図 8 (a) に示すようにベクトル情報の符号語のみの場合であるのは明らかである。従って、ラン終端と判定された着目画素 X と比較される画素として、 X_a (X_1 でもある) とは異なる画素 X_f と比較した方が、 $X = X_f$ となる可能性がある分だけ高い圧縮率が期待できるのは理解できよう。この画素 X_f は、着目画素 X に近い画素位置であることが望まれる。実施形態では、この画素 X_f を、前回のランレングス符号化を行なった際のラン終端として判定された画素を用いるものとした。別な言い方で表現するのであれば、今回のランレングス符号化のラン終端として判定された着目画素 X が、次のランレングス符号化のランの終端として判定された場合の近傍画素 X_f として記憶保持すれば良いことになる。

【 0 0 6 9 】

図 1 8 は、着目画素 X が、ランレングス符号化データの終端となった場合の入力画像の一例を示している。着目画素 X の直前のランレングス符号化データは、そのランの起源となる画素 1 8 0 1 と同じ色の画素が連続していて、着目画素 X で異なった場合を示している。画素 1 8 0 2 は、前回のランの終端検出となったのは画素である。かかる状況においては、着目画素の画素符号化データを生成する際には、画素データ a に替えて画素 1 8 0 2 の画素データ f と、着目画素の近傍画素 b , c , d に基づき、色数判定部 1 0 1 が色数 N_c を再算出を行い、近傍一致情報符号化部 1 0 2 がベクトル情報の符号化、近傍画素状態情報の再生成を行なう。また、成分値予測符号化 1 0 3 は画素データ f 、 b 、 c に基づき予測値 p を求め、着目画素 X の予測誤差符号化処理を行なうことになる。

【 0 0 7 0 】

上記を実現するため、ランレングス符号化部 1 0 4 は、ラン終端を検出したとき、その時点での着目画素 X のデータ (R , G , B の各成分データ) を色数判定部 1 0 1 に保持させるべく、信号 1 1 6 上にラン終端検出情報を出力する。

【 0 0 7 1 】

図 2 4 に示すように、色数判定部 1 0 1 内のラッチ 1 0 1 d は、信号 1 1 6 を介してラン終端検出情報を受信した場合、レジスタ 1 0 1 c のデータを保持し、セクタ 1 0 1 b、近傍一致情報符号化部 1 0 2、および、成分値予測符号化部 1 0 3 に画素データ f として出力する。また、ラッチ 1 0 1 d による記憶保持後、レジスタ 1 0 1 c はその時点での着目画素 X のデータで、前回記憶保持していたデータを上書き (更新) する。つまり、ラッチ 1 0 1 d は、レジスタ 1 0 1 c には、着目画素 X のデータが保持され、ラッチ 1 0 1 d には前回のランレングス符号語のラン終端と判定された画素データ f が保持されることになる。なお、画像データの符号化処理を開始し、最初にランレングス符号化を行なった場合には、データ f は存在しないので、1 枚の画像データを符号化する際に先立ち、レジスタ 1 0 1 c には R 、 G 、 B の各成分とも適当な値、例えば “ 0 ” をセットしておくものとする。但し、復号側と同じであれば良いので、この値は “ 0 ” に限定されるものではない。

【 0 0 7 2 】

10

20

30

40

50

また、セレクトア 101b は、信号 116 を介してラン終端検出情報を受信すると、データ「a」に替えてデータ「f」を色数演算部 101a に出力する。この結果、色数演算部は着目画素 X の近傍画素 b、c、d と画素 f に基づき、色数 Nc を再算出する。

【0073】

近傍一致情報符号化部 102 が、信号 116 を介してラン終端検出情報を受信した場合、セレクトア 1104 に対して画素データ f を選択させる。この結果、近傍一致情報符号化部 102 は、ベクトル情報を再生成することになり、そのベクトル情報の再符号化して信号線 110 に出力すると共に、近傍画素状態情報 108 を信号線 108 に再出力する。

【0074】

また、成分値予測符号化部 103 も、信号 116 を介してラン終端検出情報を受信した場合、セレクトア 702 に対して画素データ f を選択させる。この結果、予測選択信号 m に基づき、データ f、b、c の各成分値に基づき、着目画素の予測符号語の再計算を行なう。

【0075】

スイッチ 106 は、ランレングス符号化部 104 からの信号線 115 上に出力されるステータス信号が“1”から“0”になった場合、ランレングス符号化部 104 からのランレングス符号化データを出力することは既に説明した。そして、このスイッチ 106 は、ランレングス符号化データを符号列形成部 107 に出力した後、データ a に替えてデータ f に基づく上記色数判定部 101、近傍一致情報符号化部 102、成分値予測符号化部 103 によって生成された着目画素 X に対応する画素符号化データを出力する。

【0076】

以上説明したように本実施形態によれば、近傍一致情報符号化部 102、成分値予測符号化部 103、ランレングス符号化部 104 を備えて、符号化対象となる着目画素 X の周囲にある符号化済みの画素 Xa, Xb, Xc, Xd 内に存在する色数に応じてこれらの符号化方法の種類を切り換えて符号化を行っている。特に、画素符号化データとランレングス符号化データの切り換えは、符号化済みの画素位置の情報に従って決めるため、符号化データに、符号化方法の種類を切り換えることを示す格別な識別情報を必要としない。

【0077】

また、上記実施形態によると、ランレングス符号化部 104 により着目画素 X がラン終端画素と判定された場合通常の予測符号化時に参照すべき画素データ Xa に替えて、一時的に別な位置の画素 Xf を参照して、色数判定数 101、近傍一致情報符号化部 102、成分値予測符号化部で再計算を行なうことになるので、画素符号化データの出力形式として図 8(a) が採用される確率の低下を抑制でき、更なる圧縮効率が期待できる。

【0078】

例えば図 13 に示すような 3 画素おきにある画素値を配置した画像で構成された一定の周期性を持っている画像データの着目画素 X を符号化するとき、周辺 4 画素 a, b, c, d が全て同じ画素なのでランレングス符号化モードに入るが、ランは長さ 0 で終わってしまい、ベクトル情報の符号化に処理が移る。そして、周囲 4 画素を参照すると、当然一致する画素はなく、予測符号化方式で符号化され、符号化効率が悪くなる。かかる点、直前のランの終端画素 Xf を参照してベクトル情報の符号化を行うことになり、着目画素 X と一致する可能性が高まり、符号化効率が向上する。

【0079】

<変形例の説明>

上記実施形態では図 1 の構成に基づいて説明したが、上記実施形態と同等の処理をコンピュータプログラムでもって実現しても構わない。

【0080】

図 14 はソフトウェアで実現する場合の装置 (PC 等) の基本構成を示す図である。

【0081】

図中、1401 は CPU で、RAM 1402 や ROM 1403 に記憶されているプログラムやデータを用いて本装置全体の制御を行うと共に、後述する画像符号化処理、復号処

10

20

30

40

50

理を実行する。

【0082】

1402はRAMで、外部記憶装置1407や記憶媒体ドライブ1408、若しくはI/F1409を介して外部装置からダウンロードされたプログラムやデータを記憶するため、及び、CPU1401が各種の処理を実行する際のワークエリアとして使用される。図1に示されるバッファ1201、ハフマンテーブル204等も、このRAM1402に確保されるものである。

【0083】

1403はROMで、ブートプログラムや本装置の設定プログラムやデータを格納する。

10

【0084】

1404、1405は夫々キーボード、マウス（登録商標）等のポインティングデバイスで、CPU1401に対して各種の指示を入力することができる。

【0085】

1406は表示装置で、CRTや液晶画面などにより構成されており、画像や文字などの情報を表示することができる。

【0086】

1407は外部記憶装置で、ハードディスクドライブ装置等の大容量情報記憶装置であって、ここにOSや後述する画像符号化、復号処理の為にプログラム、符号化対象の画像データ、復号対象画像の符号化データなどが保存されており、CPU1401による制御によって、これらのプログラムやデータはRAM1402上の所定のエリアにロードされる。

20

【0087】

1408は記憶媒体ドライブで、CD-ROMやDVD-ROMなどの記憶媒体に記録されたプログラムやデータを読み出してRAM1402や外部記憶装置1407に出力するものである。なお、この記憶媒体に後述する画像符号化、復号処理の為にプログラム、符号化対象の画像データ、復号対象の画像の符号化データなどを記録しておいても良く、その場合、記憶媒体ドライブ1408は、CPU1401による制御によって、これらのプログラムやデータをRAM1402上の所定のエリアにロードする。

【0088】

1409はI/Fで、このI/F1409によって外部装置を本装置に接続し、本装置と外部装置との間でデータ通信を可能にするものである。例えば符号化対象の画像データや、復号対象の画像の符号化データなどを本装置のRAM1402や外部記憶装置1407、あるいは記憶媒体ドライブ1408に入力することもできる。1410は上述の各部を繋ぐバスである。

30

【0089】

上記構成において、ソフトウェアでもって第1の実施形態と同様の処理を実現する場合、図1に示した色数判定部101に代表される各種構成要素に相当する処理は、ソフトウェア上では関数、サブルーチン等で実現するが、本変形例でも、便宜的に、図1の各処理部の名前をそのまま使用するものとする。なお、バッファ201については、処理を開始するに先立って、CPU1401がRAM1402に確保することになる。

40

【0090】

図17は本実施形態の画像処理装置による符号化処理の流れを示すフローチャートである。なお、同図に従ったプログラムはRAM1402にロードされており、CPU1401がこれを実行することで、図17に示したフローチャートに従った処理を行うことができる。以下、同図を参照して、本実施形態に係るアプリケーションプログラムの全体的な流れについて説明する。

【0091】

まず、符号列形成部107において、符号化対象画像の付加情報を含めたヘッダが生成され、出力される（ステップS1901）。次いで、着目する画素の垂直方向位置を保持

50

するカウンタ y を 0 に、ランレングス符号化部 104 の内部に保持されるカウンタ RL を 0 に初期化し、ラン終端検出した際の参照画素 X_f の各成分値を “0” で初期化する（ステップ S1902）。さらに着目する画素の水平方向位置を保持するカウンタ x を 0 に設定する（ステップ S1903）。次いで、 (x, y) 座標に位置する着目画素 X について、その周辺画素 a, b, c, d における色数 N_c を色数判定部 101 により求める（ステップ S1904）。なお、着目画素が符号化対象の画像の第 1 ラインの場合には、 b, c, d （図 3 参照）は存在しないので、それら周辺画素の RGB 各成分値は 0 とする。 $x = 0$ の場合には、周辺画素 a, c も存在しないので、それらの RGB は 0 とする。なお、復号処理と同じになれば良いので、この値に限らないのは言うまでもない。

【0092】

ステップ S1905 では、色数 N_c が 1、もしくはカウンタ RL が 0 以外であるか否かを判定する。色数 $N_c = 1$ 、或いは、カウンタ RL が 0 以外である場合（ステップ S1905 で YES の場合）には、ステップ S1914 へと処理を移す。また、上記条件を満たさない場合（ステップ S1905 で NO の場合）には、ステップ S1906 へと処理を移す。

【0093】

ステップ S1906 に処理が進んだ場合、近傍一致情報符号化部 102 にて着目画素に対するベクトル情報を符号化させ、符号生成部 105 を介してその符号語を出力する。次いで、ステップ S1907 に進み、着目画素位置における近傍画素状態情報が “1” であるか否かを判断し（ステップ S1907）。“1” である場合（ YES ）には、ステップ S1923 に進み、成分値予測符号化部 103 にて各 R, G, B 成分について予測符号化を行なわせる。

【0094】

そして、ステップ S1909 にて、符号生成部 105、成分値予測符号化部 103 から出力される符号語を符号列形成部 108 で所定のフォーマットにして着目画素に対する符号列が形成される（ステップ S1909）。次いで、着目する画素の水平方向位置を保持するカウンタ x に 1 を加え（ステップ S1910）、画像の水平方向画素数 W と比較して $x < W$ であれば（ YES ）処理をステップ S1904 へと戻し、次の画素の符号化処理を行い、そうでない場合（ NO ）にはステップ S1912 へと処理を移す（ステップ S1911）。

【0095】

一方、ステップ S1905 で、色数 $N_c = 1$ 、或いは、カウンタ RL が 0 以外であると判断した場合、処理はステップ S1914 に進み、着目画素値 X （カウンタ x, y で示される m される画素値）と直前の画素値 X_a を比較する。

【0096】

$X = X_a$ である場合（ステップ S1914 で NO の場合）には処理をステップ S1920 へと移す。

【0097】

また、 $X = X_a$ である場合（ステップ S1914 で YES の場合）はランレングス符号化部 104 の内部に保持するカウンタ RL に 1 を加え（ステップ S1915）、続いて着目画素の水平方向位置を保持するカウンタ x に 1 を加える（ステップ S1916）。そして、ステップ S1917 で画像の水平方向画素数 W と比較して $x < W$ であれば処理をステップ S1914 へと戻し、次のランの計測を継続する。また、 $x = W$ となった場合には、ランが画像の右端まで至ったためこの時点でランレングスを確定させ、ランレングス符号化部 104 によりカウンタ RL に保持されるランレングスを符号化して符号を出力する。ランレングス符号化部 104 から出力される符号はスイッチ 106 を介して符号列形成部 107 へと送られて所定のフォーマットの符号列が形成される（ステップ S1918）。ランレングスの符号化を終了すると、カウンタ RL が 0 に戻される（ステップ S1919）。このとき、スイッチ 107 は端子 a 側に接続変更される。この後、ステップ S1912 へと処理を移し次のラインへと符号化処理の対象を移す。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 8 】

また、ステップ S 1 9 1 4 からステップ S 1 9 2 0 に処理が進んだ場合、直前の画素値 X_a と異なる画素値 X の出現によりランが終端されたことを意味する。従って、ランレングス符号化部 1 0 4 によりカウンタ RL に保持されるランレングスを符号化して符号を出力する。ランレングス符号化部 1 0 4 から出力される符号語はスイッチ 1 0 6 を介して符号列形成部 1 0 7 へと送られて所定のフォーマットの符号列が形成される。ランレングスの符号化を終了すると、カウンタ RL が 0 に戻される（ステップ S 1 9 2 1）。このとき、直前の画素 X_a のデータを X_f の値で置換え（ステップ S 1 7 0 1）、ステップ S 1 7 0 2 で X_f のデータを着目画素 X のデータで更新する。そして、ステップ S 1 7 0 3 にて、画素 f 、 b 、 c 、 d に基づき色数を再計算し、ステップ S 1 9 0 6 に処理を進める。注意したいのは、画素データ X_a を画素データ X_f で置換えたので、ステップ S 1 9 0 6 以降では画素 f 、 b 、 c 、 d に基づく処理を行なうことになる点である。この結果、着目画素の画素符号化データを生成することになるので、スイッチ 1 0 6 は端子 a 側に接続変更される。

10

【 0 0 9 9 】

ステップ S 1 9 1 2 では着目する画素の垂直方向位置を保持するカウンタ y に 1 を加え、続いて、画像の垂直方向画素数 H と比較して $y < H$ であれば（YES）処理をステップ S 1 9 0 3 へと戻し、次のラインの画素について同様に処理を行い、そうでない場合（NO）には対象とする画像データについての符号化処理を終了する（ステップ S 1 9 1 3）。

20

【 0 1 0 0 】

以上の説明のように、本変形例によっても、第 1 の実施形態と同様の作用効果を奏することが可能になる。

【 0 1 0 1 】

次に、復号処理について説明する。復号処理は、基本的に符号化処理と表裏の関係にある。そこで、ここでは、コンピュータプログラムでもって、上記処理で符号化された画像データを復号処理する際の処理手順を図 2 5 のフローチャートに従って説明することとする。なお、以下の説明で復号対象となる着目画素 X が画像の境界位置にあるとき、参照する画素 a 、 b 、 c 、 d は存在しないので、これらの画素の各成分値は 0 とする。

【 0 1 0 2 】

まず、ステップ S 2 1 0 1 において、復号対象となる符号化データが符号バッファ（RAM に確保される）に入力し、符号化データのヘッダを解析して復号に必要な付加情報を取り出す。そして、着目する画素の垂直方向位置を保持するカウンタ y を 0 に設定する（ステップ S 2 1 0 2）。また、このとき、参照画素 X_f の R 、 G 、 B の各データを 0 に初期化すると共に、フラグ $FLAG$ を “ 0 ” で初期化する（ステップ S 2 1 0 2）。このフラグ $FLAG$ は RAM に確保されるものであり、ランレングス符号語を復号したか否かを判定するためのものである。

30

【 0 1 0 3 】

次に、ステップ S 2 1 0 3 では、着目する画素の水平方向位置を保持するカウンタ x を 0 に設定する（ステップ S 2 1 0 3）。

40

【 0 1 0 4 】

次に、座標（ x 、 y ）に位置する画素に着目し、復号済みの周囲画素 X_a 、 X_b 、 X_c 、 X_d を参照して色数 N_c を求める（ステップ S 2 1 0 4）。ここで、着目画素位置が画像の左上隅位置にある場合、 X_a 、 X_b 、 X_c 、 X_d は “ 0 ” として扱われる。

【 0 1 0 5 】

次に、ステップ S 2 1 0 5 にて、色数 N_c が “ 1 ” であるか否かを判断する。色数 N_c が 1 である場合（YES）にはステップ S 2 1 1 4 へと処理を移し、それ以外の場合（NO）にはステップ S 2 1 1 0 へと処理を移す。

【 0 1 0 6 】

ステップ S 2 1 1 0 では色数 N_c を 4 と比較して、 $N_c = 4$ である場合には、着目画素

50

は成分値予測符号化データ（図8（c）の符号化データ）であるものとし、着目画素の各成分を復号する（ステップS2108）。

【0107】

一方、ステップS2110にて、 $N_c = 4$ であると判断した場合には、ベクトル情報の符号語であるものとし、ステップS2106にてベクトル情報に復号する。このベクトル情報の符号語の復号は、図15（a）乃至（c）に示すように、色数に応じたテーブルを使用する。

【0108】

そして、得られたベクトル情報と色数 N_c とが一致する場合には“1”、不一致であれば“0”の近傍画素状態情報を生成し、近傍画素状態情報が“1”であるか否かをステップS2107で判断する（図12参照）。ここで近傍画素状態情報が“1”の場合、着目画素の符号化データは図8（b）のデータ構造であり、近傍画素状態情報が“0”の場合、着目画素の符号化データは図8（a）のデータ構造であることになる。

【0109】

従って、近傍画素状態情報が“1”の場合、ベクトル情報の符号語に後続して成分予測符号語が存在することになるので、ステップS2121にて、それらを復号する。

【0110】

ステップS2109では、ステップS2108、S2121から処理が進んだ場合には、成分予測符号化データを復号した結果を着目画素データとして出力し、ステップS2107で N_o と判定された場合には、復号して得られたベクトル情報に従って、画素a, b, c, dの中から該当する画素データを着目画素データとして出力する。

【0111】

次に、ステップS2132にて、フラグFLAGが“1”であるか否かを判断する。ここではフラグFLAG = 0であるものとして説明する。フラグFLAG = 0である場合には、ステップS2110に進み、着目する画素の水平方向位置を保持するカウンタxに1を加える。そして、ステップS2111にて、画像の水平方向画素数Wと比較して $x < W$ であれば（YES）処理をステップS2104へと戻し、次の画素の復号処理を行う。また、 $x = W$ である場合には、ステップS2112へと処理を移す。

【0112】

一方、ステップS2105にて、色数 N_c が1であると判断した場合、着目符号化データはランレングス符号化データであることになるので、処理はステップS2114に進み、ランレングス復号部1005の内部にてランレングスRLが復号される。ここで復号した結果は0ランであることも有り得る点に注意されたい。

【0113】

復号したRLを0と比較して（ステップS2115）、 $RL = 0$ である場合（YES）にはステップS2120に処理を移す。

【0114】

また、ステップS2115にて、 $RL = 0$ であると判断した場合、復号画素値として X_a を出力する（ステップS2116）。次いで、カウンタRLから1を減じ（ステップS2117）、着目する画素の水平方向位置を保持するカウンタxに1を加える（ステップS2118）。そして、ステップS2119にて、水平方向画素数Wと比較して $x < W$ であれば、ステップS2115へと戻る。また、 $x = W$ であると判断した場合には、ステップS2112へと処理を移す（ステップS2119）。

【0115】

ここで、ステップS2115にて、RLが0であると判断した場合、処理はステップS2120に進み、着目画素Xの直前の画素 X_a を、 X_f のデータで一時的に置換える。そして、ステップS2129にて、ランレングス符号語の復号が行われたことを示すため、フラグFLAGを“1”にセットする。そして、ステップS2130に進んで X_f 、 X_b 、 X_c 、 X_d に基づき色数 N_c を計数し、ステップS2110に戻る。

【0116】

10

20

30

40

50

ステップS 2 1 3 0 からステップS 2 1 1 0 に処理が戻った場合には、既に説明したステップS 2 1 1 0 以降の処理を行ない、着目画素Xの復号が行われる。この後、ステップS 2 1 3 2 にてフラグF L A Gが“ 1 ”であると判定されることになるので、ステップS 2 1 3 3 にて、画素データX f を、復号して得られた着目画素Xの各成分値で更新し、ステップS 2 1 3 4 にてフラグF L A Gを“ 0 ”にセットする。

【 0 1 1 7 】

さて、ステップS 2 1 1 2 では着目する画素の垂直方向位置を保持するカウンタyに1を加え、続いて、画像の垂直方向画素数Hと比較して $y < H$ であれば(YES)処理をステップS 2 1 0 3 へと戻し、次のラインの画素について同様に処理を行い、そうでない場合(NO)には対象とする画像データについての符号化処理を終了する(ステップS 2 1 1 3)。

【 0 1 1 8 】

以上説明した処理により、実施形態における符号化データから、可逆復号処理を行い、オリジナルの画像データに復元できるようになる。

[第 2 の実施形態]

上記実施形態では、着目画素Xがランを終端させた場合における予測符号化する際の予測値を求める際の参照画素a, b, cの中の画素aを、前回のランレングス符号化でランを終端させた画素を参照画素fで置換え、f、b、cを用いる例を説明した。本第2の実施形態では、この参照画素fとして、着目画素X以前にランの終端画素となった画素の色を複数記憶しておき、その発生回数の多い画素を参照する例について説明する。

【 0 1 1 9 】

本実施形態では、コンピュータプログラムでもって実現する例を説明する。装置構成は、図14と同じである。

【 0 1 2 0 】

処理手順は、図19に示すフローチャートの通りである。図17と異なるのは、図17におけるステップS 1 7 0 1、及び、S 1 7 0 2を、ステップS 1 9 4 1、S 1 9 4 2が置き換わった点と、符号化を開始するに先立ってRAM 1 4 0 2に、出現色の各成分値と出現頻度を保持するテーブルを確保する点、及び、符号化を開始する段階では、 $R = G = B = 0$ を、このテーブルに保存し、その頻度を“ 1 ”として設定する。このテーブルを確保し、初期化する処理は、例えばステップS 1 9 0 2にて行なえばよいであろう。

【 0 1 2 1 】

図20は、ある程度の符号化処理が進んだ、テーブルの状態を示しており、頻度順に出現色データを保持するものである。新規な色が発生した場合には、その色を表わす各色成分を追加登録し、その発生頻度を“ 1 ”にする。

【 0 1 2 2 】

さて、図19のフローチャートにおいては、ステップS 1 9 4 1、S 1 9 4 2以外は、図17と同じである。そこで、このステップS 1 9 4 1、S 1 9 4 2について説明することとする。

【 0 1 2 3 】

ステップS 1 9 4 1に処理が進むのは、着目画素Xがランを終端させた場合である。そこで、先ず、テーブルを参照し、過去にランを終端させた色のうちの最も頻度が高いR、G、BのデータをX f 画素であるものとし決定する。次に、ステップS 1 9 4 1に進み、画素X f を決定した色データについては、その頻度を“ 1 ”だけ増加し、テーブルを更新する。また、このとき、着目画素Xと同じ色が存在しなかった場合には、着目画素XのR、G、Bの各値をテーブルに追加し、その発生頻度を“ 1 ”に設定する。

【 0 1 2 4 】

以上説明した第2の実施形態により、着目画素以前のランの終端画素を近傍一致情報により符号化した際に、一致した回数が一番多い画素を着目画素の参照画素にすることで、一致する可能性が高くなり、符号化効率の向上が期待できる。

【 0 1 2 5 】

なお、復号処理する場合には、先に説明した第 1 の実施形態に、上記テーブルの概念を用いれば良いので、説明するまでもないであろう。

【 0 1 2 6 】

[第 3 の実施形態]

本第 3 の実施形態では、参照画素 f を着目画素 X 以前のランの終端画素からではなく、ランの起源となる画素の 1 つ前の画素を参照する場合を説明するものである。この結果、 $X f$ $X a$ が約束され、尚且つ、 $X f$ の位置が着目画素 X に対しても十分に近い画素（少なくとも 1 ライン以内）になることも約束されるので、 $X = X f$ となる確率が高くなり、符号化効率が更に上がることが期待できる。

10

【 0 1 2 7 】

先ず、実施形態におけるランレングス符号化データは、「ラン」そのものの符号語を生成するものであり、そのランの起源となる色を持つ画素符号化データ（図 8（a）乃至（c）のいずれか）が、必ずランレングス符号化データの直前に位置する点に注意されたい。唯一の例外は、着目画素位置が符号化対象画像の各ラインの先頭画素位置にある場合である。

【 0 1 2 8 】

従って、ランレングス符号化を行なう場合のランの起源となる画素の 1 つ前の画素を記憶するためには、処理は、図 2 1 に示す手順で実行していけば良いであろう。図 1 7 と異なる点は、RAM 1 4 0 2 に 2 つの画素データ $X f$ 、 $X g$ を確保し、それぞれを 0 で初期化（ステップ S 1 9 0 2）と、ステップ S 1 7 0 1 及び S 1 7 0 2 をステップ S 1 9 5 に置換える点である。ここで画素データ $X g$ は着目画素 X の画素データを記憶保持するためのものであり、 $X f$ はその 1 つ前の画素データを記憶保持するためのものである。以下、図 1 7 と異なる点についてのみ説明する。

20

【 0 1 2 9 】

着目画素 X でランの終端となった場合には、ステップ S 1 9 5 2 にて、画素データ $X a$ を $X g$ の RGB 値で一時的に置換え、 $X a$ に $X f$ の RGB 値を代入する。そして $X f$ に一時的に保持していた $X g$ の値を代入し、 $X g$ には着目画素 X の RGB 値を代入する。この結果、ランの終端画素を符号化する際にのみ着目画素 X とその 1 つ直前の画素データが更新され、これらの値は常に保持されることになる。この後、ステップ S 1 7 0 3 にて、更新後の $X a$ （ $= X f$ ）、 $X b$ 、 $X c$ 、 $X d$ に基づく色数 $N c$ を計数しなおし、ステップ S 1 9 0 6 に処理を進める。

30

【 0 1 3 0 】

以上の結果、例えば図 2 2 に示すような画像が存在した場合であって、着目画素 X が図示の位置にあったとする。第 1 の実施形態では、図示の符号 2 2 0 1 が前回のランの終端位置の画素であったので、この画素 2 2 0 1 を参照してしまい、符号化効率が下がってしまう。かかる点、本第 3 の実施形態では図示の画素 $X f$ が参照されることになり、着目画素 X の RGB の各値が 2 5 5、2 5 5、2 5 5 である場合に、参照画素 $X f$ は図 2 3 に示すように、その RGB の値が 2 5 5、2 5 5、2 5 5 となり、符号化効率が高くなるのが理解できよう。

40

【 0 1 3 1 】

[第 4 の実施形態]

以上、第 1 乃至第 3 の実施形態を説明したが、ベクトル情報の符号化無しに、上記実施形態を簡易に処理する例を第 4 の実施形態として説明することとする。

【 0 1 3 2 】

本第 4 の実施形態の画像処理装置では、着目画素位置の近傍の、既符号化済みの画素位置の画素群（1 つの場合も有り得る）に基づいて、その着目画素の予測値を求め、着目画素値と予測値との差分を算出し、その差分値を符号化する予測符号化部と、同じ画素値の連続数をカウントし、その連続性が途切れた、或いはライン終端になった場合に、カウント値を符号化するランレングス符号化部を有し、これらを適宜切り替えるものである。

50

【 0 1 3 3 】

符号化対象とする画像データは、R G B カラー画像データであり、各コンポーネント（色）8ビットで0～255の範囲の輝度値を表現した画素データにより構成されるものとする。画像データの並びは点順次、即ち、ラスタースキャン順に各画素を並べ、その各画素はR、G、Bの順番でデータを並べて構成されるものとする。画像は水平方向W画素、垂直方向H画素により構成されるものとする。なお、入力する画像データはR G B カラーに限らず、C M Y（或いはKを付加したC M Y K）、モノクロ画像でもよい。

【 0 1 3 4 】

図26は本第4の実施形態に係る画像処理装置のブロック構成図である。実施形態における画像処理装置は、符号化対象の画像データを一時的に格納するバッファメモリ2401、符号化方法判定部2402、予測符号化部2403、ランレングス符号化部2404、及び、符号化データを格納するメモリ2405を有する。なお、図26に示す各構成要素中、符号化方法判定部2402、予測符号化部2403、ランレングス符号化部2404については、コンピュータで実行するプログラムでもって実現しても構わない。この場合の構成は、図14に示す構成によるものとなる。

【 0 1 3 5 】

画像データは信号線2400から、ラスタースキャン順に入力される。バッファ2401は画像データを複数ライン格納する領域を持ち、信号線2400から入力される画像データを一時的に格納する。

【 0 1 3 6 】

符号化方法判定部2402は、図3に示す、着目画素Xの周辺の既符号化済みの周辺4画素a、b、c、dの画素値Xa、Xb、Xc、Xdを比較し、周辺4画素が同じ画素値であるか否かを判定する。周辺4画素が同一画素値である場合にはランレングス符号化部2404を選択し、符号化を開始させる。また、周辺4画素が同一画素値ではないと判定した場合には、予測符号化部2403を選択し、符号化を行わせる。

【 0 1 3 7 】

予測符号化部2403は、着目する画素XについてR、G、B各成分ごとに符号化を行う。まず、周辺3画素a、b、cから、予測式 $p = a + b - c$ により予測値pを生成する。次に、着目画素Xの着目する成分値と予測値pとの差分値eを第1の実施形態と同様にハフマン符号化し、その結果をメモリ2405に出力する。

【 0 1 3 8 】

一方、ランレングス符号化部2404は、着目画素Xの周辺4画素が同一画素値である場合に、着目画素Xとその直前の画素が同じである状態の連続数（ラン）を計測を開始する。一旦、ランの計測が開始すると、着目画素の周辺4画素の状態とは無関係に、着目画素Xと直前の画素が同一である限り、ランを計測し続ける。そして、着目画素Xが直前の画素と異なる、或いは、着目画素がライン終端の画素位置になった場合（ラン終端を判定した場合）には、計測したランをメモリ2405に符号化してメモリ2405に出力し、ランレングス符号化を終了する。また、ランレングス符号化部2404は、ランレングス符号化データのメモリ2405への出力を行った場合、符号化方法判定部2402にランレングス符号化の終了を通知する。この結果、着目画素については、予測符号化部2403による符号化に切り換わる。

【 0 1 3 9 】

ここで、着目画素Xの値がその直前の画素の画素値と異なることで、ランレングス符号化部2404がランを終端させた場合について考察する。

【 0 1 4 0 】

この状況は、図3からもわかるように、X aである場合でもある。従って、着目画素Xの予測符号化を行う際の予測値pを $p = a + b - c$ で求めると、予測誤差が「0」とはなりにくくなり、符号化効率が低下する可能性が高い（特に、予測値pとして直前の画素aのみを参照するモードの場合には、予測誤差は「0」とはならない）。そのため、ランレングス符号化から予測符号化に切り換わった直後においては、通常の予測符号化時に参

10

20

30

40

50

照していた周囲3画素 a 、 b 、 c の一部である a は参照せず、その代わりに前回のランレングス符号化の最終画素の画素値 X_f を a として予測値 p を算出する。つまり、 $p = X_f + b + c$ となる。この予測値 p を用いて、着目画素 X との差分値 e を求め、予測符号化する。この為には、符号化方法判定部2402は、ランレングス符号化部2404でランレングス符号化データの出力を行ったことの通知を受けた場合、着目画素 X の画素値を記憶保持するようにする。そして、この通知を受けとった符号化方法判定部2402は、予測値を求める a 、 b 、 c の画素値に替えて、前回の通知を受けて保持した画素値 X_f を予測符号化部2403に出力する。

【0141】

なお、上記説明で記憶保持しておく画素 X は、ランレングス符号化が終わった直後の画素としているが、本発明はこれに限らない。例えば、現在ランレングス符号化している画素列の先頭の直前の画素など、予測符号化の際に参照することで符号化効率の向上が見込めるような別の画素を参照しても良い。この場合は、上記近隣に位置する別の画素を記憶保持しておくことになる。また上記説明では周囲画素の1つである a の代わりとなる別の1つの画素を一時的に参照するようにしたが、代替画素の個数もこれに限らない。例えば2画素 a 及び b の代わりとなる別の2つの画素を一時的に参照するようにしても構わない。若しくは周囲画素の1つである a の代わりとして別の2つの画素の平均値を求める等を行っても構わない。また、着目画素 X がランを終端させた場合、すなわち、 $X = X_a$ である場合、着目画素 X の直前の画素の画素値 X_a を X_f として記憶しても良い。

【0142】

以上の様に、本実施形態では、ランレングス符号化直後には、周囲3画素 a 、 b 、 c の少なくとも1つは参照せず、以前にランレングス符号化された箇所近隣、或いは現在ランレングス符号化している箇所の近隣に位置する別の画素値を用いて予測値 p を求め、この予測値 p と着目画素との差分値 e を求め、予測符号化する。

【0143】

本第4の実施形態における符号化処理の流れを図27のフローチャートに従って説明する。

【0144】

まず、ステップS2701において、符号化データを生成する際に、ヘッダを生成し、出力する。次いで、ステップS2702にて、着目画素の垂直方向の位置を示す変数 y を“0”で初期化する。また、ランを係数するカウンタ変数 RL を“0”、及び、ランレングス符号化から予測符号化に切り換わった直後に用いる予測値を格納する変数 X_f を“0”で初期化する。次いで、ステップS2703にて、着目画素の水平方向の位置を示す変数 x を“0”で初期化する。

【0145】

ステップS2704では、座標 (x, y) で示される着目画素 X の周囲4画素の画素値 X_a 、 X_b 、 X_c 、 X_d が同一であるか否かを判定する。同一ではないと判断した場合には、ステップS2705に進んで、各成分毎に予測符号化を行ない、ステップS2706にてその符号化結果を出力する。なお、周辺画素は符号化しようとする画像外にある場合には、その画素の各成分値は“0”とする点は既に説明した。

【0146】

ステップS2707では、変数 x を“1”だけインクリメントし、ステップS2708では変数 x の値と入力画像の水平画素数 W とを比較することで、1ラインの終端を越えたか否かを判定する。 $x < W$ であると判断した場合には、ステップS2704以降の処理を繰り返す。また、 $x = W$ であると判断した場合には、次のラインの符号化を行うため、ステップS2709において、変数 y を“1”だけインクリメントする。そして、ステップS2710にて変数 y と、入力画像の垂直方向の画素数 H とを比較することで、最終ラインの符号化が完了したか否かを判断する。 $y < H$ であると判断した場合には、ステップS2703以降の処理を行い、 $y = H$ であると判断した場合には符号化処理を終了する。

【0147】

上記処理中、ステップ S 2 7 0 4 にて、着目画素 X の既符号化済みの周辺 4 画素が同一画素値であると判断した場合、上記の予測符号化処理からランレングス符号化に切り替えるため、処理はステップ S 2 7 1 1 に進む。

【 0 1 4 8 】

ステップ S 2 7 1 1 では、着目画素 X と直前の画素 X a とが同じであるか否かを判定する。同じであると判定した場合には、ステップ S 2 7 1 2 にてカウンタ変数 R L を “ 1 ” だけインクリメントする。次いで、ステップ S 2 7 1 3 では、次の画素を着目画素とするため変数 x も “ 1 ” だけインクリメントする。この後、ステップ S 2 7 1 4 にて「 $x < W$ 」であるか否かを判定し、 $x < W$ であると判定した場合には、ステップ S 2 7 1 1 以降の処理を繰り返す。

【 0 1 4 9 】

さて、着目画素 X がその直前の画素 X a と異なった場合には、ラン終端となったわけであるから、処理はステップ S 2 7 1 1 からステップ S 2 7 1 5 に進んで、カウンタ変数 R L の値を符号化する。そして、ステップ S 2 7 1 6 において、符号化した結果を出力すると共に、ステップ S 2 7 1 7 で、カウンタ R L を “ 0 ” に初期化する。次いで、 $X - X a$ と判定された着目画素 X の予測符号化に備えて、X a の代わりに X f を予測値 p を算出するように設定する。これにより、予測値 p は $X f + X b - X c$ となる。この後、ステップ S 2 7 1 9 にて、着目画素 X の値を f に代入する。これは、次のランレングス符号化から予測符号化に切り換わった直後の予測値を保持するためである。この後、処理はステップ S 2 7 0 5 に進むことになる。ここで注意したい点は、ステップ S 2 7 0 5 に進んだ場合の着目画素 X に対する予測値 p は $X f + X b - X c$ を利用する点である。

【 0 1 5 0 】

一方、ステップ S 2 7 1 4 にて、 $x = W$ であると判断した場合、着目画素 X の位置は 1 ラインの終端を越えたことになる。従って、ステップ S 2 7 2 0 に進んで、カウンタ変数 R L の値を符号化し、ステップ S 2 7 2 1 にてその結果を出力し、ステップ S 2 7 2 2 でカウンタ変数 R L を “ 0 ” にリセットする。そして、ステップ S 2 7 0 9 に進むことになる。

【 0 1 5 1 】

以上説明したように本第 4 の実施形態によれば、予測符号化処理とランレングス符号化処理とを適宜切り替えて符号化データを生成することに成功する。更に、ランレングス符号化処理から予測符号化処理に切り換わった直後においては、予測符号化で用いる予測値として、着目画素の直前の位置の画素値を用いるのではなく、前回のランレングス符号化のラン終端となった画素値を用いることになり、符号化効率の低下を抑制することも可能になる。

【 0 1 5 2 】

[その他の実施形態]

上記実施形態では、符号化対象の画像データは、R、G、B形式のデータであって、それぞれ 8 ビットであるものとして説明した。しかし、色空間を表わすデータは、R、G、Bに限らず、Y、M、C、K（ブラック）でも構わないし、 $L^*a^*b^*$ や、Y C b C r でも構わない。また、各成分値が 8 ビットである必要もない。特に昨今のデジタルカメラ等では、内部的に R、G、B が 12 ビットで処理し、RAW モードとして可逆符号化するものも存在するので、このような装置に適用しても構わない。

【 0 1 5 3 】

上記実施形態では周囲画素の色数 N_c に応じて、 N_c 種類の画素値との一致不一致を符号化した。従ってベクトル情報としては $N_c + 1$ 値のシンボルの符号化を行った。例えば色数 N_c が 3 であった場合には第 1 の画素値 X_1 と一致する場合には 0、第 2 の画素値 X_2 と一致する場合には 1、第 3 の画素値 X_3 と一致する場合には 2、 $X_1 \sim X_3$ のいずれとも一致しない場合には 3 というように 4 値のシンボルを図 15 (c) の符号表を用いて符号化した。しかしながら、 N_c 種類の画素値の全てを一致 / 不一致の判定対象とする必要はない。例えば、 $N_c = 3$ の場合に、第 1 の画素値 X_1 、第 2 の画素値 X_2 と一致 / 不

10

20

30

40

50

一致を判定し、 $X = X_1$ の場合には 0、 $X = X_2$ の場合には 1、 $X \neq X_1$ 、 $X \neq X_2$ の場合には 3 というように 0, 1, 3 の 3 値を取るシンボル（近傍一致情報と N_c を比較する処理を考慮し、あえて “2” を除いた）を符号化するようにしても良い。

【0154】

また、第 1 の画素値 X_1 、第 2 の画素値 X_2 、第 3 の画素値 X_3 などの求め方についても上述の実施形態に限らず、例えば、 X_b , X_a , X_c , X_d の順など、異なる順序で第 1、第 2、第 3 の画素値を取得しても良いし、 X_a , X_b , X_c , X_d 間の一致状況によって変えても良い。例えば、 X_a , X_b , X_c , X_d の順序で第 1、第 2、第 3 の画素値を取得するが、 $X_a = X_b$ である場合には第 2 の画素値 X_2 を X_d とするといったやり方でも構わない。

10

【0155】

また、ベクトル情報の符号化として、あらかじめ確率分布を想定して定めた符号語を用いる方法を示したが、上述の例とは異なる符号語を用いても良いし、算術符号などことなる符号化方式を適用しても構わない。

【0156】

また、着目する成分値の予測方法としては、幾つかの予測方法を用意して、適応的に切り換えても構わないし、符号化済みの各成分値に発生した予測誤差の平均値を着目する成分の予測にフィードバックするなど、非線形な予測を用いても構わない。

【0157】

また、ここでは成分値の予測誤差のエントロピ符号化としてハフマン符号化や Golomb 符号化を用いる例について示したが、これ以外のエントロピ符号化を用いても良い。

20

【0158】

また、着目画素 X の周囲画素値として X_a , X_b , X_c , X_d を参照する例について示したが、もっと多くの画素を参照しても良いし、 X_a と X_b だけといったように参照画素数を減らしても構わない。

【0159】

また、上記実施形態の説明からも容易に理解できるように、コンピュータに実行させるコンピュータプログラムでもって実現できるものである。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格納されていて、その記憶媒体をアクセスするドライブ等の読み取り装置を用いて、システムにコピー或いはインストールすることで実行可能になるから、当然、そのようなコンピュータプログラムも本発明の範疇に入る。

30

【図面の簡単な説明】

【0160】

【図 1】第 1 の実施形態に係る画像処理装置のブロック構成図である。

【図 2】予測符号化装置のブロック構成図である。

【図 3】予測符号化する際の着目画素 X と周辺画素 a , b , c , d の位置関係を示す図である。

【図 4】予測選択信号 m に対応する予測式を示す図である。

【図 5】予測誤差 e とグループ番号 $SSSS$ との対応を示す図である。

40

【図 6】グループ番号 $SSSS$ と符号語との対応を示す図である。

【図 7】ベクトル情報と符号語の対応の一例を示す図である。

【図 8】実施形態における画素符号化データのデータ構成を示す図である。

【図 9】実施形態における符号化データの出力符号列のデータ構造を示す図である。

【図 10】実施形態における成分値予測符号化部 103 のブロック構成図である。

【図 11】実施形態における近傍一致情報符号化部 102 のブロック構成図である。

【図 12】実施形態におけるベクトル情報と近傍画素状態情報との対応関係を示す図である。

【図 13】第 1 の実施形態での符号化により効果が発生する画像の例を示す図である。

【図 14】実施形態における処理をコンピュータプログラムで実現する場合のコンピュー

50

タのブロック構成図である。

【図 15】色数 N_c 毎のベクトル情報とその符号の関係を示す図である。

【図 16】Golomb符号の例を示す図である。

【図 17】第 1 の実施形態の処理をコンピュータプログラムで実現する場合の符号化処理手順を示すフローチャートである。

【図 18】第 1 の実施形態における着目画素 X がラン終端となった場合の参照画素 f 、 b 、 c 、 d の位置を示す図である。

【図 19】第 2 の実施形態の符号化処理手順を示すフローチャートである。

【図 20】第 2 の実施形態における符号化途中のテーブルの状態を示す図である。

【図 21】第 3 の実施形態に符号化処理手順を示すフローチャートである。

【図 22】第 3 の実施形態で効果のある画像の一例を示す図である。

【図 23】第 3 の実施形態の着目画素 X a と、これに置き換わる画素 X f のデータ内容をしめす図である。

【図 24】第 1 の実施形態における色数判定部のブロック構成図である。

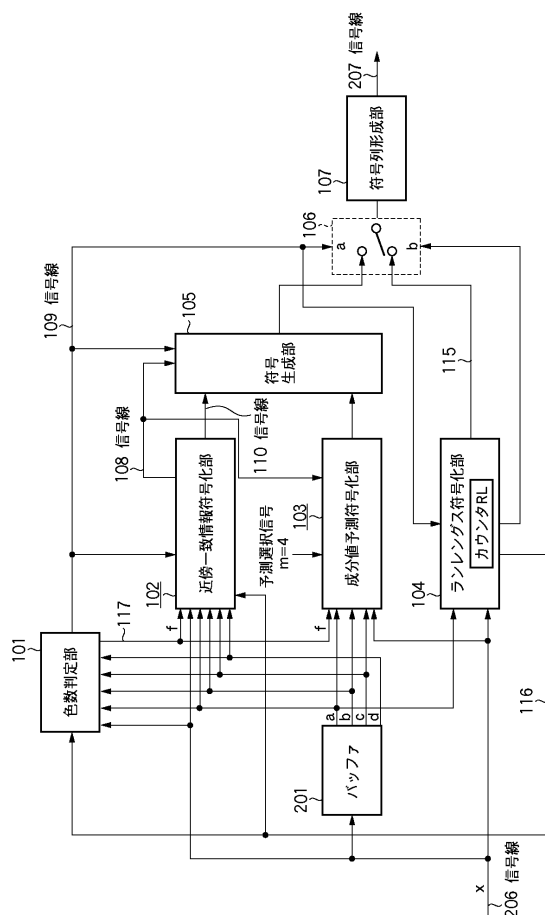
【図 25】第 1 の実施形態における復号処理手順を示すフローチャートである。

【図 26】第 4 の実施形態における画像処理装置のブロック構成図である。

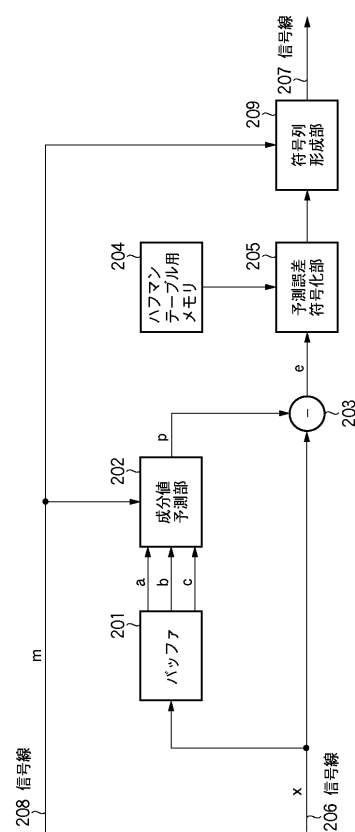
【図 27】第 4 の実施形態における符号化処理手順を示すフローチャートである。

10

【図 1】



【図 2】



【図 3】

	c	b	d
	a	x	

【図 4】

予測選択信号m	予測式
0	なし
1	$p=a$
2	$p=b$
3	$p=c$
4	$p=a+b-c$
5	$p=a+((b-c)/2)$
6	$p=b+((a-c)/2)$
7	$p=(a+b)/2$

【図 5】

SSSS	予測誤差e
0	0
1	-1, 1
2	-3, -2, 2, 3
3	-7~-4, 4~7
4	-15~-8, 8~15
5	-31~-16, 16~31
6	-63~-32, 32~63
7	-127~-64, 64~127
8	-255~-128, 128~255
9	-511~-256, 256~511
10	-1023~-512, 512~1023
11	-2047~-1024, 1024~2047
12	-4095~-2048, 2048~4095
13	-8191~-4096, 4096~8192
14	-16383~-8192, 8192~16383
15	-32767~-16384, 16384~32767
16	32768

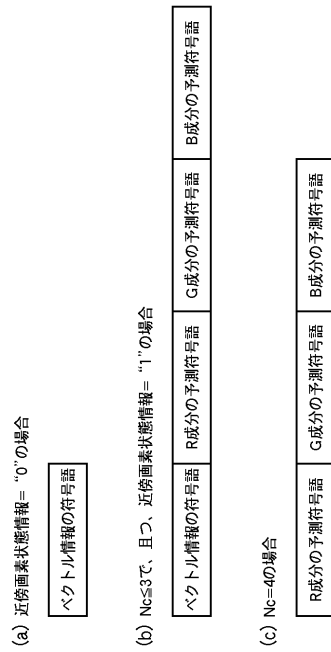
【図 6】

SSSS	符号語
0	00
1	010
2	011
3	100
4	101
5	110
6	1110
7	11110
8	111110
9	1111110
10	11111110
11	111111110
12	1111111110
13	11111111110
14	111111111110
15	1111111111110
16	1111111111111

【図 7】

ベクトル情報	符号語
0	00
1	10
2	110
3	111

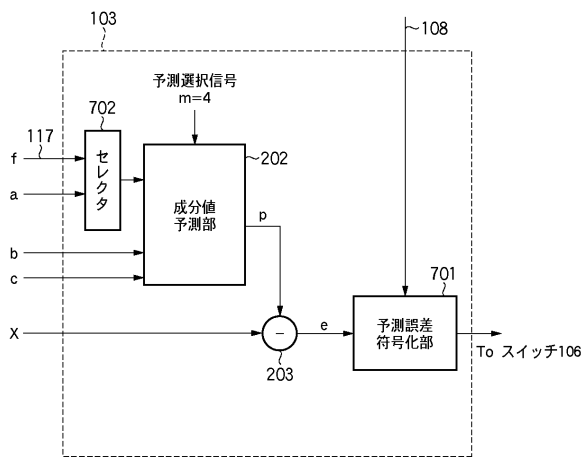
【圖 8】



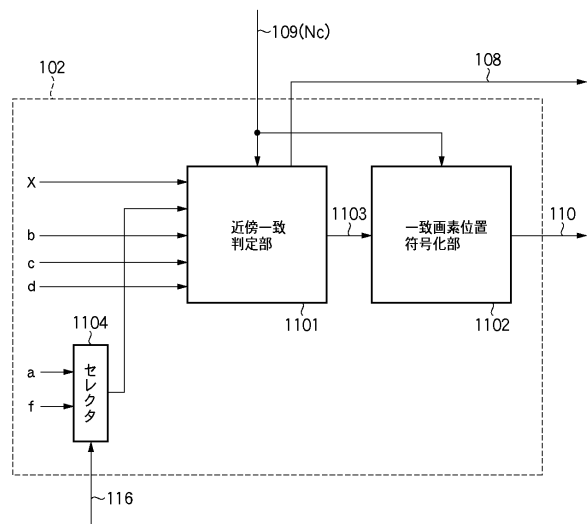
【 図 9 】



【 ㊦ 1 0 】



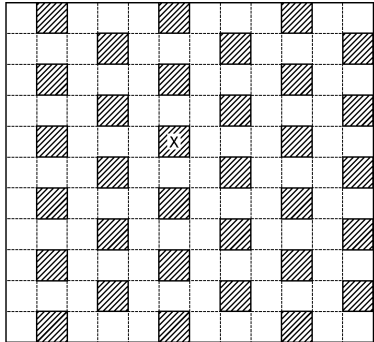
【 図 1 1 】



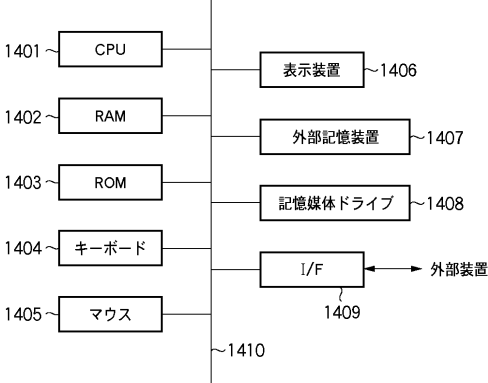
【図 1 2】

Nc	ベクトル情報	近傍画素状態情報
1	X=Xaの場合、	0
1	X≠Xaの場合、	1
2	X=X1の場合、	0
2	X=X2の場合、	1
2	それ以外の場合、	2
3	X=X1の場合、	0
3	X=X2の場合、	1
3	X=X3の場合、	2
3	それ以外の場合、	3
4	無条件に、	4

【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】

ベクトル情報	符号語
0	01
1	001
2	000
3	1

(c) Nc=3の場合

ベクトル情報	符号語
0	1
1	01
2	00

(b) Nc=2の場合

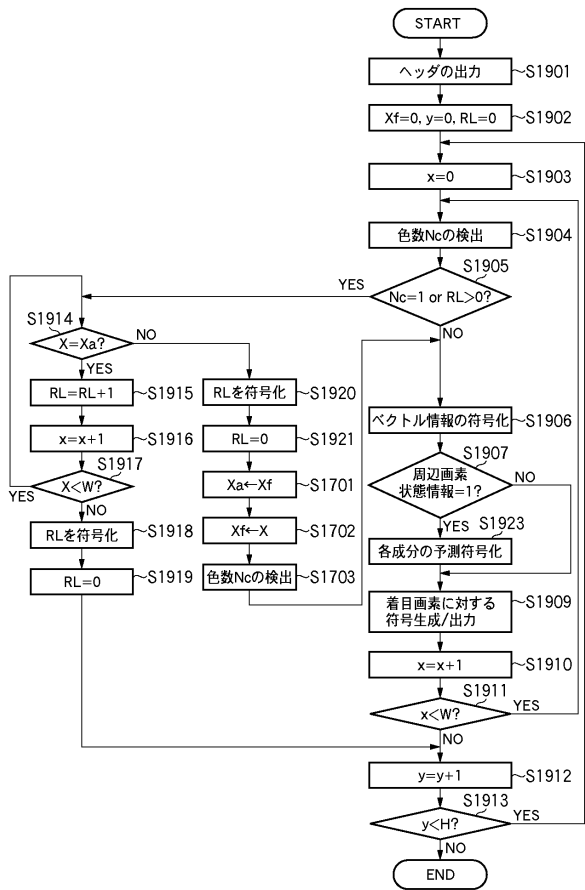
ベクトル情報	符号語
0	1
1	0

(a) Nc=1の場合

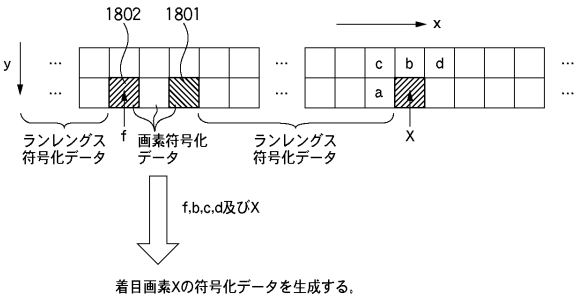
【図 1 6】

$\frac{k}{V}$	0		1		2		3	
	可変長部	固定長部	可変長部	固定長部	可変長部	固定長部	可変長部	固定長部
0	1		1	0	1	00	1	000
1	01		1	1	1	01	1	001
2	001		01	0	1	10	1	010
3	0001		01	1	1	11	1	011
4	00001		001	0	01	00	1	100
5	000001		001	1	01	01	1	101
6	0000001		0001	0	01	10	1	110
7	00000001		0001	1	01	11	1	111
8	000000001		00001	0	001	00	01	000
...

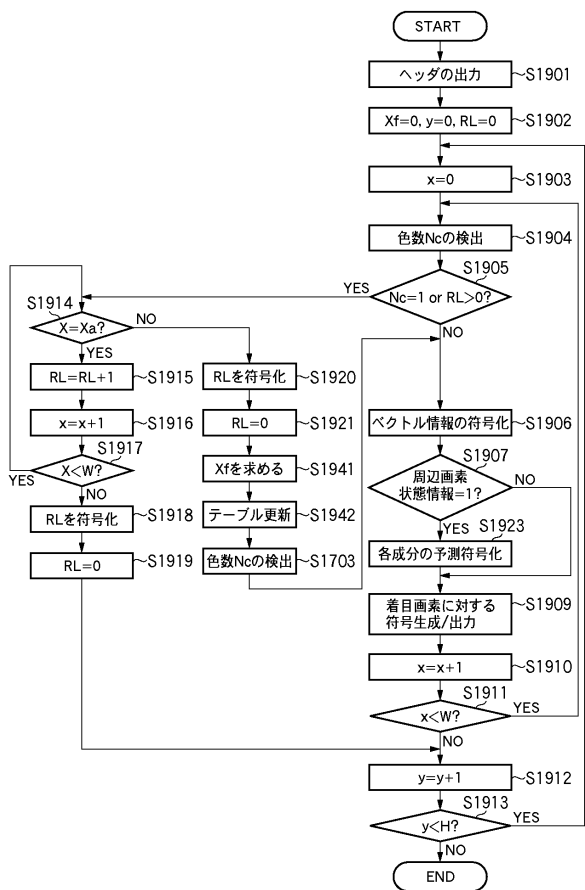
【図 17】



【図 18】



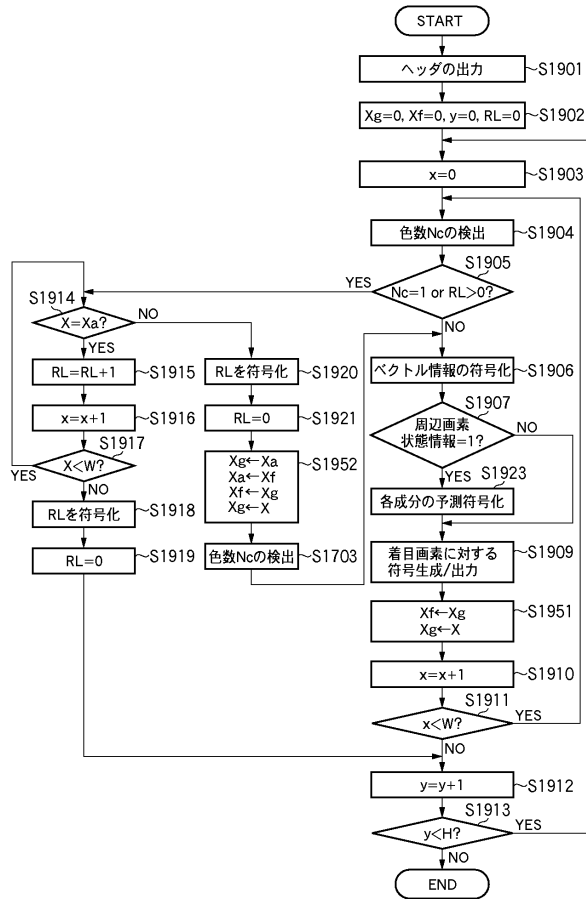
【図 19】



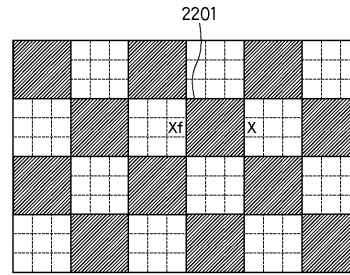
【図 20】

画素値			出現回数
R	G	B	
0	0	0	5
128	0	0	4
0	128	32	2
255	255	255	2
	.		.
	.		.
	.		.

【図 2 1】



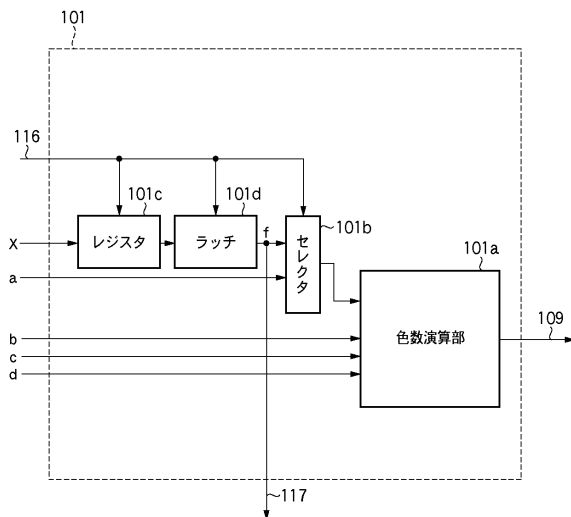
【図 2 2】



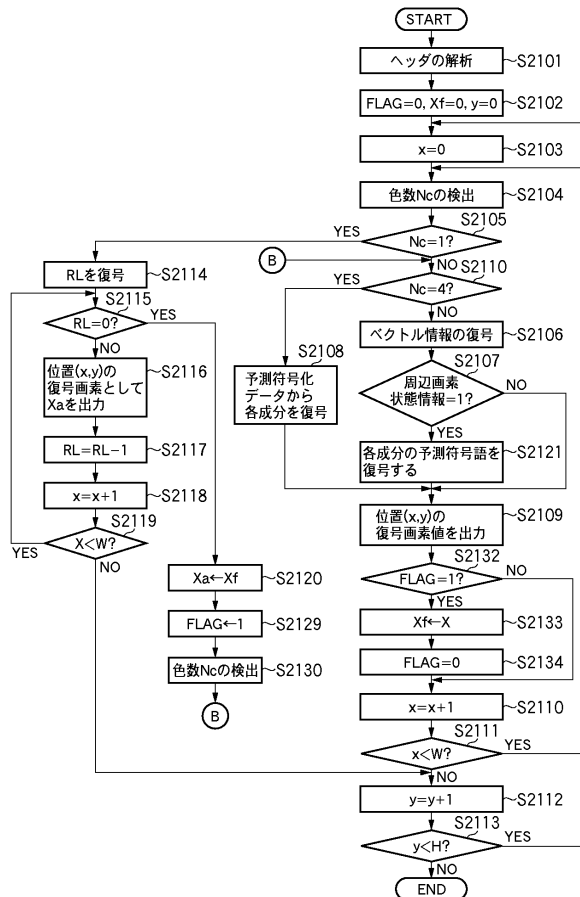
【図 2 3】

画素値Xa			画素値Xf		
R	G	B	R	G	B
0	0	0	255	255	255

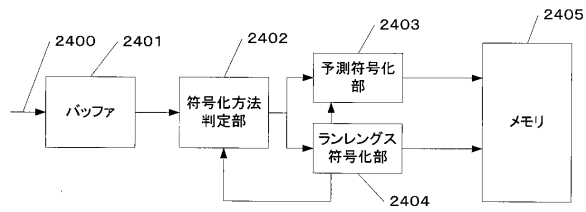
【図 2 4】



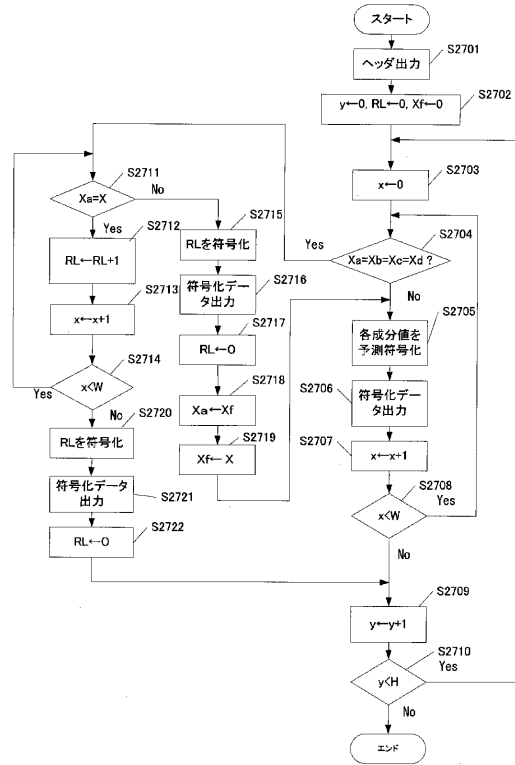
【図 2 5】



【図 26】



【図 27】



フロントページの続き

(72)発明者 梶原 浩
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 富永 達朗

(56)参考文献 特開2000-115782(JP, A)
特開平11-243491(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 1/419
H04N 7/26