

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4343862号  
(P4343862)

(45) 発行日 平成21年10月14日(2009.10.14)

(24) 登録日 平成21年7月17日(2009.7.17)

(51) Int.Cl.			F I		
<b>HO4N</b>	<b>1/41</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO4N</b>	<b>1/41</b>	<b>C</b>
<b>GO6T</b>	<b>9/20</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO6T</b>	<b>9/20</b>	
<b>HO3M</b>	<b>7/30</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO3M</b>	<b>7/30</b>	<b>Z</b>
<b>HO4N</b>	<b>1/46</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO4N</b>	<b>1/46</b>	<b>Z</b>
<b>HO4N</b>	<b>1/60</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO4N</b>	<b>1/40</b>	<b>D</b>

請求項の数 12 (全 39 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2005-59361 (P2005-59361)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成17年3月3日(2005.3.3)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2006-246061 (P2006-246061A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成18年9月14日(2006.9.14)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成20年2月22日(2008.2.22)		弁理士 大塚 康徳
		(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	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置及び画像復号装置及びそれらの制御方法、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】

1 画素が複数の色成分データで構成されている画像データを入力し、可逆符号化する画像符号化装置であって、

入力した着目画素データを構成する複数の色成分データそれぞれについて、前記着目画素の近傍の、符号化済みの画素の色成分データを参照して予測値を求め、予測符号化データを生成する予測符号化手段と、

前記着目画素の近傍にあって、符号化済み画素位置にある複数の画素が表わす色数を計数し、色数情報を生成する色数計数手段と、

前記着目画素データと、前記着目画素の近傍にあって符号化済み画素位置にある複数の画素データどうしとを比較し、前記着目画素と同じ色の近傍画素が存在するか否か、及び、存在する場合には前記着目画素に対する該当近傍画素の相対位置を特定するベクトル情報を生成するベクトル情報生成手段と、

前記ベクトル情報を符号化するベクトル情報符号化手段と、

前記色数計数手段より得られた色数情報、及び、前記ベクトル情報生成手段で得られたベクトル情報に基づき、前記予測符号化手段、前記ベクトル情報符号化手段で得られた符号化データから出力用の符号化データを生成する符号化データ生成手段とを備え、

当該符号化データ生成手段は、

前記色数情報で示される色数が所定閾値以下で、且つ、前記ベクトル情報が前記着目画素と同じ色を持つ近傍画素の存在を示す場合、前記ベクトル情報符号化手段で生成さ

10

20

れた符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力し、

前記色数計数手段で計数された色数が前記所定閾値以下で、且つ、前記ベクトル情報が前記着目画素と同じ色を持つ近傍画素の非存在を示す場合、前記ベクトル情報符号化手段で生成された符号化データと前記予測符号化手段で生成された予測符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力し、

前記色数計数手段で計数された色数が前記所定閾値を超える場合、前記予測符号化手段で生成された予測符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力することを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 2】

前記ベクトル情報生成手段は、前記色数計数手段で得られた色数情報で示される色数に応じたベクトル情報を生成し、

前記ベクトル情報符号化手段は、前記色数情報で示される色数毎に想定される確率分布に応じて構成された符号を用いて、前記ベクトル情報の符号化データを生成することを特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化装置。

【請求項 3】

符号化済みの画素から同一色の画素の連続が予想される場合に、所定の符号化済みの画素と同一色を持つ後続入力画素の数を計数し、計数した同一色の画素連続数の符号化データを出力するランレングス符号化手段と、

前記ランレングス符号化手段で同一色の画素の連続性の符号化データが生成されるタイミングで、当該ランレングス符号化手段からの符号化データを選択して出力し、符号化済みの画素から同一色の画素の連続が予想されない場合には、前記符号化データ生成手段からの符号化データを選択し、出力する切り換え手段と

を更に備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の画像符号化装置。

【請求項 4】

1 画素が複数の色成分データで構成されている画像データを入力し、可逆符号化する画像符号化装置の制御方法であって、

入力した着目画素データを構成する複数の色成分データそれぞれについて、前記着目画素の近傍の、符号化済みの画素の色成分データを参照して予測値を求め、予測符号化データを生成する予測符号化工程と、

前記着目画素の近傍にあって、符号化済み画素位置にある複数の画素が表わす色数を計数し、色数情報を生成する色数計数工程と、

前記着目画素データと、前記着目画素の近傍にあって符号化済み画素位置にある複数の画素データどうしとを比較し、前記着目画素と同じ色の近傍画素が存在するか否か、及び、存在する場合には前記着目画素に対する該当近傍画素の相対位置を特定するベクトル情報を生成するベクトル情報生成工程と、

前記ベクトル情報を符号化するベクトル情報符号化工程と、

前記色数計数工程より得られた色数情報、及び、前記ベクトル情報生成工程で得られたベクトル情報に基づき、前記予測符号化工程、前記ベクトル情報符号化工程で得られた符号化データの出力用の符号化データを生成する符号化データ生成工程とを備え、

当該符号化データ生成工程は、

前記色数情報で示される色数が所定閾値以下で、且つ、前記ベクトル情報が前記着目画素と同じ色を持つ近傍画素の存在を示す場合、前記ベクトル情報符号化工程で生成された符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力し、

前記色数計数工程で計数された色数が前記所定閾値以下で、且つ、前記ベクトル情報が前記着目画素と同じ色を持つ近傍画素の非存在を示す場合、前記ベクトル情報符号化工程で生成された符号化データと前記予測符号化工程で生成された予測符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力し、

前記色数計数工程で計数された色数が前記所定閾値を超える場合、前記予測符号化工程で生成された予測符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力する

ことを特徴とする画像符号化装置の制御方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 5】

コンピュータに読みこませ実行させることで、前記コンピュータを、1画素が複数の色成分データで構成されている画像データを入力し、可逆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、

入力した着目画素データを構成する複数の色成分データそれぞれについて、前記着目画素の近傍の、符号化済みの画素の色成分データを参照して予測値を求め、予測符号化データを生成する予測符号化手段と、

前記着目画素の近傍にあって、符号化済み画素位置にある複数の画素が表わす色数を計数し、色数情報を生成する色数計数手段と、

前記着目画素データと、前記着目画素の近傍にあって符号化済み画素位置にある複数の画素データどうしとを比較し、前記着目画素と同じ色の近傍画素が存在するか否か、及び、存在する場合には前記着目画素に対する該当近傍画素の相対位置を特定するベクトル情報を生成するベクトル情報生成手段と、

前記ベクトル情報を符号化するベクトル情報符号化手段と、

前記色数計数手段より得られた色数情報、及び、前記ベクトル情報生成手段で得られたベクトル情報に基づき、前記予測符号化手段、前記ベクトル情報符号化手段で得られた符号化データから出力用の符号化データを生成する符号化データ生成手段として機能させ、

当該符号化データ生成手段は、

前記色数情報で示される色数が所定閾値以下で、且つ、前記ベクトル情報が前記着目画素と同じ色を持つ近傍画素の存在を示す場合、前記ベクトル情報符号化手段で生成された符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力し、

前記色数計数手段で計数された色数が前記所定閾値以下で、且つ、前記ベクトル情報が前記着目画素と同じ色を持つ近傍画素の非存在を示す場合、前記ベクトル情報符号化手段で生成された符号化データと前記予測符号化手段で生成された予測符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力し、

前記色数計数手段で計数された色数が前記所定閾値を超える場合、前記予測符号化手段で生成された予測符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力する

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。

## 【請求項 6】

請求項 5 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。

## 【請求項 7】

1画素が複数の色成分データで構成され、所定の画素順序で符号化された符号化画像データを復号する画像復号装置であって、

復号結果を所定ライン数分だけ記憶し、復号開始に先立って所定色のデータで初期化する記憶手段と、

入力した着目画素データの近傍の、復号済みの画素の色成分データを参照して予測値を求め、予測符号化データを復号する予測復号手段と、

前記着目画素の近傍にあって、復号済み画素位置にある複数の画素が表わす色数を計数し、色数情報を生成する色数計数手段と、

該色数計数手段で得られた色数情報による色数が所定数を超えることを示す場合、前記着目画素の符号化データは予測符号化データであるとして、前記予測復号手段によって得られた復号結果を、前記着目画素の復号データとして出力する第 1 の復号データ出力手段と、

前記色数計数手段で得られた色数情報による色数が前記所定数以下の場合、前記着目画素の符号化データは、ベクトル情報であると判定し、当該ベクトル情報を復号するベクトル情報復号手段と、

該ベクトル情報復号手段で得られたベクトル情報が、前記着目画素と同じ色を持つ、近傍の復号済み画素位置を示す場合、前記記憶手段中の該当する位置の画素データを選択し、前記着目画素の復号データとして出力する第 2 の復号データ出力手段と、

10

20

30

40

50

該ベクトル情報復号手段で得られたベクトル情報が、前記着目画素と同じ色を持つ近傍の画素位置が存在しないことを示す場合、前記ベクトル情報に後続して入力される符号化データを前記予測復号手段で復号させ、前記着目画素の復号データとして出力する第3の復号データ出力手段と

を備えることを特徴とする画像復号装置。

【請求項8】

前記ベクトル情報復号手段は、色数情報で示される色数毎に想定される確率分布に応じて構成された符号を用いて、ベクトル情報を復号することを特徴とする請求項7に記載の記載の画像復号装置。

【請求項9】

復号済みの画素から同一色を持つ画素の連続が予想される場合に、所定の符号化済みの画素と同一色を持つ画素の連続数を復号するランレングス復号手段と、

前記ランレングス復号手段で同一色の画素データが生成されるタイミングで、当該ランレングス復号手段からの復号データを出力し、復号済みの画素から同一色を持つ画素の連続が予想されない場合には、前記第1乃至第3の復号データ生成手段からの復号データを選択し、出力する切り換え手段と

を更に備えることを特徴とする請求項7または8に記載の画像復号装置。

【請求項10】

復号結果を所定ライン数分だけ記憶し、復号開始に先立って所定色のデータで初期化する記憶手段を備え、1画素が複数の色成分データで構成され、所定の画素順に符号化された符号化画像データを復号する画像復号装置の制御方法であって、

入力した着目画素データの近傍の、復号済みの画素の色成分データを参照して予測値を求め、予測符号化データを復号する予測復号工程と、

前記着目画素の近傍にあって、復号済み画素位置にある複数の画素が表わす色数を計数し、色数情報を生成する色数計数工程と、

該色数計数工程で得られた色数情報による色数が所定数を超えることを示す場合、前記着目画素の符号化データは予測符号化データであるとして、前記予測復号工程によって得られた復号結果を、前記着目画素の復号データとして出力する第1の復号データ出力工程と、

前記色数計数工程で得られた色数情報による色数が所定数以下の場合、前記着目画素の符号化データは、ベクトル情報であると判定し、当該ベクトル情報を復号するベクトル情報復号工程と、

該ベクトル情報復号工程で得られたベクトル情報が、前記着目画素と同じ色を持つ、近傍の復号済み画素位置を示す場合、前記記憶手段中の該当する位置の画素データを選択し、前記着目画素の復号データとして出力する第2の復号データ出力工程と、

該ベクトル情報復号工程で得られたベクトル情報が、前記着目画素と同じ色を持つ近傍の画素位置が存在しないことを示す場合、前記ベクトル情報に後続して入力される符号化データを前記予測復号工程で復号させ、前記着目画素の復号データとして出力する第3の復号データ出力工程と

を備えることを特徴とする画像復号装置の制御方法。

【請求項11】

コンピュータに読みこませ実行させることで、前記コンピュータを、1画素が複数の色成分データで構成され、所定の画素順で符号化された符号化画像データを復号する画像復号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、

復号結果を所定ライン数分だけ記憶し、復号開始に先立って所定色のデータで初期化するバッファメモリを確保する確保手段と、

入力した着目画素データの近傍の、復号済みの画素の色成分データを参照して予測値を求め、予測符号化データを復号する予測復号手段と、

前記着目画素の近傍にあって、復号済み画素位置にある複数の画素が表わす色数を計数し、色数情報を生成する色数計数手段と、

10

20

30

40

50

該色数計数手段で得られた色数情報による色数が所定数を超えることを示す場合、前記着目画素の符号化データは予測符号化データであるとして、前記予測復号手段によって得られた復号結果を、前記着目画素の復号データとして出力する第1の復号データ出力手段と、

前記色数計数手段で得られた色数情報による色数が前記所定数以下の場合、前記着目画素の符号化データは、ベクトル情報であると判定し、当該ベクトル情報を復号するベクトル情報復号手段と、

該ベクトル情報復号手段で得られたベクトル情報が、前記着目画素と同じ色を持つ、近傍の復号済み画素位置を示す場合、前記バッファメモリ中の該当する位置の画素データを選択し、前記着目画素の復号データとして出力する第2の復号データ出力手段と、

該ベクトル情報復号手段で得られたベクトル情報が、前記着目画素と同じ色を持つ近傍の画素位置が存在しないことを示す場合、前記ベクトル情報に後続して入力される符号化データを前記予測復号手段で復号させ、前記着目画素の復号データとして出力する第3の復号データ出力手段

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。

#### 【請求項12】

請求項11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】

本発明は画像の可逆符号化／復号する技術に関するものである。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

従来より、画像の可逆符号化、復号を行う画像処理装置を構成する一手法として予測符号化をベースとするものがある。予測符号化装置は、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、ハフマン符号化等のエントロピー符号化を用いて、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とによって構成されるのが一般的である。

#### 【0003】

ISOとITU-Tから国際標準の静止画像符号化方式として勧告されるJPEG(ITU-T T.81 | ISO/IEC 10918-1)では、Independent Functionとして予測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J P E G可逆符号化モードと呼ぶ。J P E G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。

#### 【0004】

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J P E G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。

#### 【0005】

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。

#### 【0006】

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

#### 【0007】

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

10

20

30

40

50

予測式が対応付けられる。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、の記号  $p$  ,  $a$  ,  $b$  ,  $c$  については後述する。

#### 【 0 0 0 8 】

次に、信号線 2 0 6 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 (  $R$  ,  $G$  ,  $B$  ) = ( 2 5 5 , 1 2 8 , 0 ) という値を持つ場合、 $P ( 3 , 4 , 0 ) = 2 5 5$ 、 $P ( 3 , 4 , 1 ) = 1 2 8$ 、 $P ( 3 , 4 , 2 ) = 0$  と表現する。

10

#### 【 0 0 0 9 】

バッファ 2 0 1 は信号線 2 0 6 から入力される画像データを 2 ライン分格納する。

#### 【 0 0 1 0 】

成分値予測部 2 0 2 はバッファ 2 0 1 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、着目画素が画像の端部 ( 最上位ライン、左端 ) に位置する場合、 $a$  ,  $b$  ,  $c$  は存在しないので、これら  $a$  ,  $b$  ,  $c$  は “ 0 ” と見なしして処理を行なう。なお、画像データの入力順は、先に説明した通りであるので、画素  $a$ 、 $b$ 、 $c$  それぞれの位置は、既に符号化済みの画素位置となる。

20

#### 【 0 0 1 1 】

減算器 2 0 3 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。

#### 【 0 0 1 2 】

予測誤差符号化部 2 0 5 は、まず、減算器 2 0 3 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 2 0 4 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。

30

#### 【 0 0 1 3 】

符号列形成部 2 0 9 は信号線 2 0 8 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 2 0 5 から出力される符号化データから、J P E 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 2 0 7 に出力する。

40

#### 【 0 0 1 4 】

上述の従来方式による画像処理装置で、C G 画像や限定色画像等、各成分の輝度の頻度分布に偏りのある様な画像データを符号化する場合には、上述した系列変換後の予測誤差の発生頻度も、いくつかの特定の予測誤差値に偏ったものとなることがある。

#### 【 0 0 1 5 】

このような場合、エントロピー符号化による符号長として短い符号長が割り当てられて

50

いるにも関わらず、殆どもしくは全く発生しない予測誤差が存在することがあり、圧縮率が良くなる。

【 0 0 1 6 】

このような問題に対して従来から、予測誤差の発生頻度分布が離散的かどうか判別し、判別の結果に応じて予測誤差に対応する符号化データを変更してエントロピー符号化する手法（例えば特許文献 1 を参照）や、符号化対象画像が離散的な画素値で構成されているかどうか判別し、判別の結果に応じて予測値を修正する手法（例えば特許文献 2 を参照）などが提案されている。また、画素毎の符号化において、近傍の画素との一致情報が符号化する方法も知られている（例えば特許文献 3 ）。また、複数の予測符号化方法を切替える方法が知られている（特許文献 4 ）。

【特許文献 1】特開平 1 0 - 0 0 4 5 5 1 号公報

【特許文献 2】特開平 1 0 - 0 0 4 5 5 7 号公報

【特許文献 3】特開平 1 0 - 3 3 6 4 5 8 号公報

【特許文献 4】特開平 9 - 2 2 4 2 5 3 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 7 】

特許文献 1 或いは 2 では、各画素の成分値の発生状況、あるいは予測誤差の発生状況を把握する必要があり、処理の負荷が増える。また、ハフマン符号のようなブロック符号を用いて各成分を予測符号化する場合には、少なくとも 1 成分当たり最低でも 1 ビットが必要になる。更に、上記予測符号化技術は、自然画（例えばデジタルカメラで自然界を撮像した画像）については高い圧縮率が期待できるが、文字、線画、CG 画像などエントロピーの低い画像データでは符号化効率の面でもなお改善の余地がある。かかる点は、特許文献 3、4 でも同様である。

【 0 0 1 8 】

本願発明は、上述の問題点に鑑みてなされたものであり、写真画像等の自然画は勿論のこと、比較的出現する色数が限られたコンピュータグラフィックスや、文書画像に対しても効率良く符号化する技術及びその復号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】

【 0 0 1 9 】

かかる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、

1 画素が複数の色成分データで構成されている画像データを入力し、可逆符号化する画像符号化装置であって、

入力した着目画素データを構成する複数の色成分データそれぞれについて、前記着目画素の近傍の、符号化済みの画素の色成分データを参照して予測値を求め、予測符号化データを生成する予測符号化手段と、

前記着目画素の近傍にあって、符号化済み画素位置にある複数の画素が表わす色数を計数し、色数情報を生成する色数計数手段と、

前記着目画素データと、前記着目画素の近傍にあって符号化済み画素位置にある複数の画素データどうしとを比較し、前記着目画素と同じ色の近傍画素が存在するか否か、及び、存在する場合には前記着目画素に対する該当近傍画素の相対位置を特定するベクトル情報を生成するベクトル情報生成手段と、

前記ベクトル情報を符号化するベクトル情報符号化手段と、

前記色数計数手段より得られた色数情報、及び、前記ベクトル情報生成手段で得られたベクトル情報に基づき、前記予測符号化手段、前記ベクトル情報符号化手段で得られた符号化データから出力用の符号化データを生成する符号化データ生成手段とを備え、

当該符号化データ生成手段は、

前記色数情報で示される色数が所定閾値以下で、且つ、前記ベクトル情報が前記着目画素と同じ色を持つ近傍画素の存在を示す場合、前記ベクトル情報符号化手段で生成さ

10

20

30

40

50

れた符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力し、

前記色数計数手段で計数された色数が前記所定閾値以下で、且つ、前記ベクトル情報が前記着目画素と同じ色を持つ近傍画素の非存在を示す場合、前記ベクトル情報符号化手段で生成された符号化データと前記予測符号化手段で生成された予測符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力し、

前記色数計数手段で計数された色数が前記所定閾値を超える場合、前記予測符号化手段で生成された予測符号化データを、前記着目画素の符号化データとして出力することを特徴とする。

【発明の効果】

【0020】

10

本発明の構成によれば、自然画像等の画像データについての符号化効率は、実質的にこれまでの効率を維持しつつ、且つ、CG画像やテキスト文書等の出現色数が少ない画像については、更なる圧縮率で可逆符号化することが可能になる。

【0021】

また、他の発明によれば、上記のような符号化データから可逆復号し、オリジナル画像に完全に復元することが可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下添付図面を参照して、本発明に係る実施の形態について詳細に説明する。

【0023】

20

< 第1の実施形態 >

図1は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。

【0024】

図1に示すように、本実施形態に係る画像処理装置は、近傍一致判定部101、一致画素位置符号化部102、符号生成部103、符号形成部104、バッファ201、成分値予測部202、減算器203、ハフマンテーブル用メモリ204、予測誤差符号化部205、画素一致検出部107とを備える。同図において206、207、105、106、108は信号線を示す。なお、背景技術で述べた図2の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、説明を省略する。

【0025】

30

以下、図1を参照して、本実施形態に係る画像処理装置が行う画像符号化処理について説明する。

【0026】

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。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×H×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。

40

【0027】

さて、符号化対象画像データは信号線206から順に入力される。入力する画像データの供給元は、イメージスキャナでもよいし、所定の記憶装置に格納された画像データでも良く、入力元の種類は問わない。

【0028】

画素データの入力順序は既に説明したように、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。画素の各成分の輝度値は、R、G、Bをそれぞれ成分番号Cで表現し、C=0はR、C=1はG、C=2はBの各色成分を示すこととする。また、入力する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（実施形態では輝度）をP(x,y,C)と表す

50



。従って、水平方向画素位置「10」、垂直方向画素位置「25」の画素のR、G、B各成分の値はそれぞれ $P(10, 25, 0)$ 、 $P(10, 25, 1)$ 、 $P(10, 25, 2)$ と表して表わされる。また、成分のまとまりとして画素値を表現する場合にはR、G、Bの各成分値を要素とするベクトルXとして表現する。例えば、R、G、B各成分の値がr、g、bである画素については $X = (r, g, b)$ と記述する。

#### 【0029】

本画像処理装置は、信号線206から順次入力される画像データの1画素ごとに、符号列形成部104から対応する符号を出力する。

#### 【0030】

バッファ201は画像データを2ライン分格納する領域を持ち、信号線206から入力される画素データを順次格納し、2ライン分の画素データを記憶保持する。先に述べたように、画像データは各画素がラスタ順に、そして各画素ではR、G、Bの順番で成分値が入力される。バッファ201からは、図3の着目画素xの周囲の3画素a、b、cの同一成分値が読み出され、近傍一致判定部101、成分値予測部202に出力される。着目する成分値を $P(x, y, C)$ とすると、 $a = P(x-1, y, C)$ 、 $b = P(x, y-1, C)$ 、 $c = P(x-1, y-1, C)$ である。なお、画像の最初のラインや各ラインの先頭/末尾などで、a、b、cが画像の外側となる場合には符号化側と復号側で共通の値を持つよう仮定する。本実施形態ではa、b、c=0とする。また、着目画素xは符号化対象位置であり、周囲画素a、b、cの位置は既に符号化済みの位置になる点に注意されたい。

#### 【0031】

さて、近傍一致判定部101は着目する画素の成分値 $x = P(x, y, C)$ と、バッファ201から読み出されるa、b、cを比較して、着目画素と同一画素値を持つ近傍画素の存在の有無を示す情報（以下、一致画素存在情報）105を後段の符号生成部103に、着目画素に一致する近傍画素の相対方向を示す情報（以下、ベクトル情報）106を後段の一致画素位置符号化部102にそれぞれ出力する。

#### 【0032】

ここで一致画素存在情報105を生成する場合における2つの画素が同一であるという意味は、2つの画素 $X1 = (r1, g1, b1)$ と、 $X2 = (r2, g2, b2)$ があるとき、 $r1 = r2$ 、 $g1 = g2$ 、 $b1 = b2$ というように全ての成分値が同じである場合を意味する。着目画素の近傍画素a、b、cの中で、着目画素に一致するものが1つでも存在する場合には一致画素存在情報105は“0”、1つも存在しない場合には“1”となる。

#### 【0033】

また、ベクトル情報106については次の通りである。

#### 【0034】

着目画素値（色）をXとして直前の画素値をXa、x座標が同じで1ライン前の画素値をXb、斜め左上の画素値をXcとすると、

$X = Xa$ である場合（Xb、Xcは問わない）、ベクトル情報106は“0”、

$X = Xa$ 、かつ、 $X = Xb$ である場合（Xcは問わない）、ベクトル情報106は“1”

、  
 $X = Xa$ 、かつ、 $X = Xb$ 、かつ、 $X = Xc$ である場合、ベクトル情報106は“2”、  
上記以外の場合、ベクトル情報106は“3”とする。

#### 【0035】

上記の一致画素存在情報105及びベクトル情報106を得るための着目画素の位置を（x、y）とし、これを用いてX、Xa、Xb、Xcを表現したとき、以下の情報を用いれば良いのは明らかである。

$X = (P(x, y, 0), P(x, y, 1), P(x, y, 2))$

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

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

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

上記の通りなので、ベクトル情報106が“3”になる場合には、一致画素存在情報105は必ず“1”となる。逆に、一致画素存在情報105が“1”になる場合には、ベクトル情報106は必ず“3”になる。従って、一致画素存在情報105は、ベクトル情報106から得られるものであるが、実施形態では便宜的に別信号として示した。

#### 【0036】

一致画素位置符号化部102は、近傍一致判定部101からのベクトル情報106を符号化し、その結果である符号語を符号生成部103へと出力する。本実施形態では図7に示す符号テーブルを用いてベクトル情報106から符号語を生成する（ベクトル情報を符号化する）。

10

#### 【0037】

画素一致検出部107はバッファ201から読み出される着目画素の周囲のa, b, cの3つの画素値を比較して、それら周囲3画素(Xa, Xb, Xc)の間で同一の画素値のペアが存在するか否かを調べ、同一の画素値のペアが検出された場合には“1”、検出されなかった場合には“0”を、周辺画素状態情報108として出力する。

#### 【0038】

即ち、画素一致検出部107は、着目画素Xの周囲の3画素Xa, Xb, Xc間において、「Xa = Xb」、または「Xa = Xc」、または「Xb = Xc」の場合には“1”、それ以外の場合には“0”の周辺画素状態情報108を出力する。なお、周囲3画素内に同一の画素値のペアが少なくとも1つ存在するというのは、周囲3画素間に含まれる色数が2色以下であることと等価である。すなわち、上記は、着目画素の周辺3画素内に存在する色の種類が2種類以下であるか否かの判定結果と考えることができる。

20

#### 【0039】

因に、画像の先頭ラインを符号化する際、少なくとも近傍画素b, cは画像領域外であるため“0”として扱われることになる。すなわち、少なくともXb = Xcであるので、先頭ラインの符号化する際の周辺画素状態情報108は“1”となる。

#### 【0040】

一方、画素の各成分は先に説明した従来方式と同様にして、成分値予測部202、減算器203、予測誤差符号化部205によって、信号線208から入力される予測選択信号mに応じて、各成分毎の予測符号化処理が行われる。なお、この予測選択信号mは、装置の設定によって任意に決めることができる信号であって、少なくとも符号化対象となる全画像データの符号化中は固定である。

30

#### 【0041】

符号生成部103では一致画素位置符号化部102から出力されるベクトル情報の符号語と、予測誤差符号化部205から出力される着目画素の各成分の予測符号化データを一時的に格納する。そして、符号生成部103は、一致画素存在情報105と、周辺画素状態情報108に応じて着目画素に対する符号データを形成し、出力する。具体的には、次の通りである。

i) 周辺画素状態情報108が“0”である場合、すなわち、着目画素Xの周囲の3画素Xa, Xb, Xc間で同じ色がペアが1つも存在しない場合、予測誤差符号化部205から出力される各成分の予測符号化データを選択し、出力する。これは、通常の符号化に相当する処理である。

40

ii) 周辺画素状態情報108が“1”（着目画素Xの周囲の3画素Xa, Xb, Xc間で少なくとも同じ色のペアが1つ存在する場合）であり、且つ、一致画素存在情報105が“0”（着目画素の色が、周辺3画素Xa, Xb, Xcのいずれかと同じ場合）の場合、一致画素位置符号化部102から出力されるベクトル情報（ここでは必ず0乃至2のいずれかになる）の符号化データを選択し、出力する。

iii) 周辺画素状態情報108が“1”であり、且つ、一致画素存在情報105が“1”（着目画素の色が、周辺3画素Xa, Xb, Xcのいずれとも一致しない場合）の場合、

50

一致画素位置符号化部 1 0 2 から出力されるベクトル情報（必ず“ 3 ”）の符号化データを出力し、その後に、予測誤差符号化部 2 0 5 から出力される各成分の予測符号化データを出力する。

【 0 0 4 2 】

図 8 ( a ) 乃至 ( c ) は、上記 3 通りの符号化データの符号の構成である。同図 ( a ) は、上記条件 i、すなわち、周辺画素状態情報 1 0 8 が“ 0 ”である場合の着目画素の符号データを示している。同図 ( b ) は、条件 ii の周辺画素状態情報 1 0 8 が“ 1 ”であり、且つ、一致画素存在情報 1 0 5 が“ 0 ”の場合の着目画素の符号データを示し、同図 ( c ) は条件 iii の周辺画素状態情報 1 0 8 が“ 1 ”であり、且つ、一致画素存在情報 1 0 5 が“ 1 ”の場合の着目画素の符号データである。

10

【 0 0 4 3 】

図 8 ( a ) 乃至 ( c ) において注目すべき点は、図 8 ( b ) の符号化データである。この符号化データが生成される条件は、要するに、着目画素近傍の色数が所定数以下であり、尚且つ、着目画素 X の色が近傍画素 X a , X b , X c のいずれかと一致している場合である。同図 ( b ) と、同図 ( a ) 或いは ( c ) と比較すると、もはや各色成分毎の符号化データを不要になり、その符号長は図 7 に示すように最大でも 3 ビットで表現でき、更なる圧縮効率が望まれることを意味する。以下に、更に詳しく説明する。

【 0 0 4 4 】

一般に自然画（デジタルカメラで撮影した画像（特に風景画）等）では、近傍の画素がほぼ同じ色になる傾向が高いことが知られている。しかし、これは、近傍の画素の色が完全に一致することを意味するものではないし、むしろ微小な差を有している確率が高い。以下、かかる点を踏まえて、一例を説明する。

20

【 0 0 4 5 】

今、R 成分の予測誤差が - 3 1 乃至 - 1 6、或いは 1 6 乃至 3 1 の範囲にあるものとする。この場合の予測誤差のグループ番号 S S S S は、図 5 を参照すると、“ 5 ”となる。グループ番号「 5 」の符号語は図 6 によると“ 1 1 0 ( B ) ”（ B は 2 進数を意味する）であり、図 5 から付加ビット長は“ 5 ”と判明するので、最終的に求める R 成分の予測符号化データは、

“ 1 1 0 X X X X X ( B ) ”

となる（ X は、0 または 1 のビット）。

30

【 0 0 4 6 】

一方、ベクトル情報 1 0 5 が“ 2 ”の場合の符号語は図 7 を参照すると、“ 1 1 0 ( B ) ”（ B は 2 進数を意味する）となり、上記 R 成分の符号化データの先頭 3 ビットと同じになってしまう。つまり、復号側の処理では、この符号語だけを参照する限りは、“ 1 1 0 ( B ) ”がベクトル情報“ 2 ”の符号語を意味するのか、グループ番号 S S S S が“ 5 ”の符号語であるのか区別できない。

【 0 0 4 7 】

しかし、復号する際、着目画素の近傍画素 a , b , c は既に復号済みである点に注意されたい。すなわち、着目画素を復号する際に、近傍画素 a , b , c 間に、少なくとも同じ色のペアが 1 つでも存在するか否かは容易に検出できる。近傍画素 a , b , c に同じ色のペアが存在する（色数が 2 以下の場合）場合、符号化データは図 8 ( b ) または ( c ) のいずれかであることが約束され、“ 1 1 0 ”がベクトル情報の符号語であることが判明する。逆に、近傍画素 a , b , c に同じ色のペアが 1 つも存在しない（色数が 3 ）の場合には、符号化データは、図 8 ( a ) に示すように、予測誤差符号化データのみで構成されることが判明する。これはベクトル情報の他の符号語についても同様である。

40

【 0 0 4 8 】

一方、図 8 ( c ) の符号化データは、予測誤差符号化データに先立って、ベクトル情報が“ 3 ”の符号語“ 1 1 1 ( B ) ”が付加される分だけ、同図 ( a ) の符号化データより冗長であると言える。つまり、予測符号化データを採用する場合には、図 8 ( c ) のような符号語が発生する確率を低くすることが望まれる。かかる点、本実施形態によれば、同

50

図(c)の符号化データの発生する条件とは、近傍画素a, b, c間に少なくとも同一色のペアが存在する場合(色数が2色以下)としている。換言すれば、近傍画素a, b, cが全て異なる色(色数が3)の場合には、同図(a)の符号化データを生成することになるので、自然画等の場合には必然的に同図(a)の符号化データとなる確率を高めることに成功する。

#### 【0049】

コンピュータグラフィックスの場合、コンピュータ上で人工的に生成した色でペイントすることがほとんどである。従って、コンピュータグラフィックスで、見かけ上、自然画を模した画像を生成したとした場合に利用される色数は自然画よりは少ない。換言すれば、近傍画素間で色が完全に一致する割合は自然画より格段に多くなるので、同図(b)の符号化データが生成される確率は高くなり、従来の可逆符号化である予測符号化よりも、数段優れた圧縮率が期待できる。特に、通常の文字で構成されるテキスト文書画像の場合には、色数は2色(黒と白)しか存在しないので、図8(a)のような符号化データが生成される確率を高めることができる。

#### 【0050】

一方、デジタルカメラで撮影した画像等においては、図8(a)に示す符号化データが多く生成されることになり、自然画についても従来と同じ符号量を維持することが可能になる。

#### 【0051】

図1の説明に戻る。符号列形成部104では信号線208を介して入力される予測選択信号m、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、符号生成部103から出力される符号化データから、所定のフォーマットの符号列を形成し、信号線207を介して出力する。出力先は、記憶装置でも良いし、通信回線でも良い。記憶装置に出力する場合にはファイルとして格納することになる。

#### 【0052】

図9に符号列形成部104から出力される符号列の構成の一例を示す。先頭のHeader部分に付加情報(予測選択信号m、画像の水平、垂直方向の画素数情報を含む)が格納され、続いてラスタースキャン順の各画素の符号化データが並ぶ。同図の各画素符号化データは図8(a)、(b)、(c)のいずれかの構造を持つことになる。

#### 【0053】

以上の説明のように、本実施形態に係る画像処理装置では、符号化対象の画素Xの周囲にある符号化済みの画素Xa、Xb、Xcを調べ、Xa、Xb、Xc間に同一色のペアが存在する場合(2色以下の場合)には、画素Xと、画素Xa、Xb、Xcとの一致/不一致、及び、一致する場合にはその一致する近傍画素の相対位置を特定するベクトル情報を符号化する。そして、着目画素Xと、Xa、Xb、Xc間で同じ色が存在しない場合には、後続して、着目画素の各成分を予測符号化データを生成することで、文字、線画、CG画像など、着目画素の周囲に同じ色の画素が存在する可能性の高い画像データの可逆圧縮性能を大幅に改善することができる。

#### 【0054】

また、Xa、Xb、Xc間で同一色のペアが1つも存在しなかった場合には、ベクトル情報の符号化を行わずに、着目画素の各成分を予測符号化する。この結果、自然画像など、周囲画素値との完全一致の確率の低い画像データを符号化する場合においてもベクトル情報の符号化データの付加を避けることができる。これまでの予測符号化技術と同等の符号量を維持することができるようになる。

#### 【0055】

##### <第1の実施形態の変形例>

上記実施形態をソフトウェアでもって実現しても構わない。そこで、本変形例では、ソフトウェアで実現する例を説明する。

#### 【0056】

ソフトウェアでもって実現する場合、図1に示した近傍一致判定部101に代表される

10

20

30

40

50

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 11 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 1201 や符号バッファ 1103 については、処理を開始するに先立って、CPU 1401 が RAM 1402 に確保することになる。

【0057】

図 14 はソフトウェアで実現する場合の装置の基本構成を示す図である。

【0058】

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、復号処理を実行する。

【0059】

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/F 1409 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、CPU 1401 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 RAM 1402 に確保されるものである。

【0060】

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。

【0061】

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、CPU 1401 に対して各種の指示を入力することができる。

【0062】

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。

【0063】

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、CPU 1401 による制御によって、これらのプログラムやデータは RAM 1402 上の所定のエリアにロードされる。

【0064】

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 RAM 1402 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、CPU 1401 による制御によって、これらのプログラムやデータを RAM 1402 上の所定のエリアにロードする。

【0065】

1409 は I/F で、この I/F 1409 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 RAM 1402 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。

【0066】

図 10 は、本変形例に係る画像処理装置による画像符号化アプリケーションの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 RAM 1402 にロードされており、CPU 1401 がこれを実行することで、図 10 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。また、図 1 に示す各種処理部に相当する処理は、ソフトウェア上では関数、サブルーチン等で実現することになるが、本変形例では、便

10

20

30

40

50

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。以下、同図を参照して、本変形例に係る画像処理装置が行う画像符号化処理の全体的な流れについて説明する。

【 0 0 6 7 】

まず、装置外部から信号線 2 0 8 を介して予測選択信号  $m$  が入力される（ステップ S 1 0 0 0）。続いて符号列形成部 1 0 4 において、予測選択信号  $m$  など、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 S 1 0 0 1）。

【 0 0 6 8 】

次いで、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 に設定し（ステップ S 1 0 0 2）、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 S 1 0 0 3）。同様に着目する成分番号を保持するカウンタ  $C$  を 0 に設定する（ステップ 1 0 0 4）。

【 0 0 6 9 】

信号線 2 0 6 から着目画素の成分値  $P(x, y, C)$  が入力され、バッファ 1 2 0 1 に格納される。成分値  $P(x, y, C)$  は成分値予測部 2 0 2、減算器 2 0 3、予測誤差符号化部 2 0 5 により予測符号化されると同時に、近傍一致判定部 1 0 1 において周囲画素の同一成分値との比較が行われる（ステップ S 1 0 0 5）。

【 0 0 7 0 】

着目する成分番号  $C$  に 1 を加え（ステップ S 1 0 0 6）、RGB 画像の色成分の数である 3 と比較して  $C < 3$  であればステップ S 1 0 0 5 に処理を戻し、次の成分について同様に処理を行い、そうでない場合にはステップ S 1 0 1 4 へと処理を移す。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 1 0 1 4 では画素一致検出部 1 0 7 により周辺 3 画素間で同一の画素値が存在するか否かを判定し、存在する場合（YES）にはステップ S 1 0 0 8 へ、存在しない場合（NO）にはステップ S 1 0 0 9 へと処理を移す。ステップ S 1 0 0 8 では近傍一致判定部 1 0 1 で得られるベクトル情報 1 0 5 を一致画素位置符号化部 1 0 2 で符号化する。

【 0 0 7 2 】

ステップ S 1 0 0 9 では、近傍一致判定部 1 0 1 で得られる一致画素存在情報 1 0 5 と、画素一致検出部 1 0 7 からの周辺画素状態情報 1 0 8、並びに、一致画素位置符号化部 1 0 2 からのベクトル情報の符号化データに従って、着目する画素についての符号を形成し、符号列形成部 1 0 4 を介して出力する（ステップ S 1 0 0 9）。

【 0 0 7 3 】

この後、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 S 1 0 1 0）、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 S 1 0 0 4 へと戻し、次の画素の符号化処理を行う。また、 $x = W$  であると判断した場合には、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 を加える（ステップ S 1 0 1 2）。そして、着目画素の  $y$  座標と垂直方向画素数  $H$  と比較して  $y < H$  であるか否かを判定する（ステップ S 1 0 1 3）。 $y < H$  である場合、符号化処理は未完であるとので、処理をステップ S 1 0 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う。また、 $y = H$  である場合には、1 つの画像についての符号化処理が終了したことになるので、本符号化処理を終了する。

【 0 0 7 4 】

以上説明したように、ソフトウェアでもって、上記第 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 0 7 5 】

< 第 2 の実施形態 >

次に、上記第 1 の実施形態（或いはその変形例）で生成された符号化データの復号する例を第 2 の実施形態として説明する。復号処理は、基本的には、第 1 の実施形態の画像処理装置での符号化処理の逆の手順で実行すればよい。

【 0 0 7 6 】

10

20

30

40

50

図 11 は、本第 2 の実施形態に係る符号化画像データを復号する画像処理装置のブロック構成図である。

【0077】

図 11 に示すように、本実施形態に係る画像処理装置は、符号バッファ 1101、ヘッダ解析部 1102、一致画素位置復号部 1103、予測誤差復号部 1104、セクタ 1105、スイッチ 1106、バッファ 1201、成分値予測部 1202、加算器 1111、画素一致検出部 1107 とを備える。同図において 1107、1108、1109、1110、1112 は信号線である。

【0078】

以下、図 11 を参照して、本実施形態に係る画像処理装置が行う処理について説明する 10

。信号線 1107 を介して復号対象となる符号化データが本画像処理装置の符号バッファ 1101 に入力される。

【0079】

ヘッダ解析部 1102 は符号バッファ 1101 に格納される符号化データのヘッダ部分を解析し、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得る。これら付加情報は復号の過程で利用されとするが、特に、予測選択信号  $m$  は成分値予測部 202 へと出力される。

【0080】

最終的に、復号して得られた画素データは、スイッチ 1106 から出力されるが、この 20  
復号画素データはバッファ 1201 (2 ライン分の復号画素データを格納する容量を有する) にも格納する。

【0081】

画素一致検出部 1107 は第 1 の実施形態の画素一致検出部 107 と同様に、着目画素の周囲 3 画素 ( $X_a$ 、 $X_b$ 、 $X_c$ ) 内に同一色のペアが存在するか否かを調べ、検出結果を周辺画素状態情報 1112 として、一致画素位置復号部 1103 に出力する。符号化処理と同じにするため、復号対象となる着目画素が画像の先頭ラインに位置する場合には、 $X_b = X_c = 0$  として扱う。また、着目画素が各ラインの先頭位置にある場合には  $X_a = 0$  として扱う。

【0082】

周辺画素状態情報 1112 が “1” である場合、すなわち、復号しようとしている画素  $X$  の周辺の既復号画素データ  $X_a$ 、 $X_b$ 、 $X_c$  間に少なくとも同一色のペアがある場合、 30  
入力した符号化データ構造は、図 8 (b)、(c) のいずれかである。従って、一致画素位置復号部 1103 は、復号対象の符号化データは、ベクトル情報符号化データであることが約束されるので、図 7 に示すテーブルを参照してベクトル情報 1109 として復号し、セクタ 1105 へ出力する。このとき、復号したベクトル情報が “3” である場合、信号線 1108 を介して、予測誤差復号部 1104 及びスイッチ 1106 を制御する信号 1108 を “1” にして出力し、それ以外の場合には “0” を出力する。

【0083】

一方、周辺画素状態情報 1112 が “0” である場合には、符号化データは図 8 (a) 40  
の符号化データであることになる。従って、一致画素位置復号部 1103 では、復号処理を行わず、信号線 1108 として “1” を出力する。

【0084】

予測誤差復号部 1104 は、一致画素位置復号部 1103 からの制御信号 1108 が “1” である場合に、ハフマンテーブル用メモリ 204 に格納されるハフマンテーブルを参照して、着目する画素の各成分の予測誤差を復号する。

【0085】

成分値予測部 202 では符号化時と同様にして、予測方式選択信号  $m$  によって選択された予測式を用いて着目する成分値に対する予測値  $p$  を生成し、出力する。

【0086】

加算器 1 1 1 1 は成分値予測部 2 0 2 から出力される予測値  $p$  に、予測誤差復号部 1 1 0 4 で復号した予測誤差  $e$  を加え、着目する成分値を復元して出力する。

【 0 0 8 7 】

セクタ 1 1 0 5 は一致画素位置復号部 1 1 0 3 からのベクトル情報 1 1 0 9 に従って、バッファ 2 0 1 から読み出される着目画素  $X$  の周囲画素  $X_a$ 、 $X_b$ 、 $X_c$  の各成分値の何れかを選択して出力する。より詳しくは、ベクトル情報が “ 0 ” である場合には、セクタ 1 1 0 5 は  $X_a$  の各成分値を選択する。また、“ 1 ” である場合には  $X_b$ 、“ 2 ” である場合には  $X_c$  の各成分値を選択して出力する。なお、ベクトル情報が “ 3 ” である場合にはセクタ 1 1 0 5 からの出力は無効とするが、何を出力しても構わない。なぜなら、スイッチ 1 1 0 6 ではそのデータが選択されることはないからである。

10

【 0 0 8 8 】

スイッチ 1 1 0 6 は一致画素位置復号部 1 1 0 3 から信号線 1 1 0 8 が “ 1 ” の場合には、入力端子  $a$ 、すなわち、予測復号して得られた画素データを選択し出力する。また、信号 1 1 0 8 が “ 0 ” である場合には、入力端子  $b$ 、すなわち、ベクトル情報に従って生成された画素データを選択し、出力する。

【 0 0 8 9 】

信号線 1 1 1 0 から復号された各画素の各成分の値が出力されるが、先に説明したように、復号結果の 2 ライン分の画素データは、バッファ 1 2 0 1 にも格納され、以降の画素の復号において周囲の画素値として利用される。

【 0 0 9 0 】

20

以上の処理により、符号化データから完全に元の画像データを復元（可逆復号）することが可能になる。

【 0 0 9 1 】

< 第 2 の実施形態の変形例 >

上記第 2 の実施形態は、ソフトウェアでもって実現しても構わない。その例を以下に説明する。ソフトウェアで実現する場合の装置構成は、第 1 の実施形態の変形例を参照した図 1 4 と同じであるのでその説明は省略し、その装置上で実行する復号アプリケーションの処理手順を図 1 2 のフローチャートに従って説明する。なお、図 1 1 に示す各種処理部に相当する処理は、ソフトウェア上では関数、サブルーチン等で実現することになるが、本変形例でも、便宜的に、図 1 1 の各処理部の名前をそのまま使用するものとする。そして、各部の処理内容は、上記第 2 の実施形態で説明した処理を行なうものとする。また、当然のことながら、バッファ 1 2 0 1 や符号バッファ 1 1 0 3 については、処理を開始するに先立って、CPU 1 4 0 1 が RAM 1 4 0 2 に確保することになる。

30

【 0 0 9 2 】

信号線 1 1 0 7 から復号対象となる符号化データが符号バッファに入力され、ヘッダ解析部 1 1 0 2 で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（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）を取り出す（ステップ S 1 2 0 1）。

【 0 0 9 3 】

次いで、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 に設定し（ステップ S 1 2 0 2）、同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 1 2 0 3）。さらに、着目する成分番号を保持するカウンタ  $C$  を 0 に設定する（ステップ S 1 2 0 4）。

40

【 0 0 9 4 】

各画素の復号では、まず、画素一致検出部 1 0 7 において周辺 3 画素間で同一の色のペアが存在するか否かを判定する。そのようなペアが存在する場合（YES）にはステップ S 1 2 0 5 へ、存在しない場合（NO）にはステップ S 1 2 1 6 へと処理を移す。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 1 2 0 5 では一致画素位置復号部 1 1 0 3 によりベクトル情報が復号されて信号線 1 1 0 9 から出力されるとともに、予測誤差復号部 1 1 0 4 とスイッチ 1 1 0 6 を

50



制御する制御信号 1 1 0 8 を出力する。また、ステップ S 1 2 0 6 では、復号して得られたベクトル情報が “ 3 ” であるかを判定する。この判定が Y E S ならばステップ S 1 2 0 7 へ、N O ならばステップ 1 2 0 8 へと処理を移す。

【 0 0 9 6 】

ステップ S 1 2 0 6 で Y e s と判定された場合（このとき信号線 1 1 0 8 は “ 1 ” である点に注意されたい）、スイッチ 1 1 0 6 に対して端子 a を選択させる。この結果、成分値予測部 2 0 2、予測誤差復号部 1 1 0 4、加算器 1 1 1 1 により着目する成分値  $P(x, y, C)$  が復号され、出力する（ステップ S 1 2 0 7）。一方、ステップ S 1 2 0 6 の判定が N o である場合（このとき信号線 1 1 0 8 は “ 0 ” である点に注意されたい）、スイッチ 1 1 0 6 に対して端子 b を接続させる。この結果、一致画素位置復号部 1 1 0 3 で復号した近傍一致情報に基づいてバッファ 2 0 1 から読み出される周辺画素の何れか 1 つの成分値をセレクタ 1 1 0 5 で選択し、これを着目する画素の復号結果の成分値  $P(x, y, C)$  として出力する（ステップ S 1 2 0 8）。

10

【 0 0 9 7 】

ステップ S 1 2 0 7、あるいはステップ S 1 2 0 8 で出力される成分値  $P(x, y, C)$  は信号線 1 1 1 0 から装置外部へと出力されるとともに、バッファ 2 0 1 に格納される。

【 0 0 9 8 】

ステップ S 1 2 0 9 では、着目する成分番号を保持するカウンタ C に 1 を加え、R G B 画像の色成分の数である 3 と比較する。C < 3 であればステップ S 1 2 0 6 に処理を戻し、次の成分について同様に処理を行い、そうでない場合にはステップ S 1 2 1 1 へと処理を移す。

20

【 0 0 9 9 】

一方、ステップ S 1 2 1 5 の分岐によりステップ S 1 2 1 6 へと処理が移された場合、画素一致検出部 1 0 7 から出力される検出結果は “ 0 ”、一致画素位置復号部 1 1 0 3 から出力される制御信号は “ 1 ” となり、スイッチ 1 1 0 6 が端子 a に接続され、成分値予測部 2 0 2、予測誤差復号部 1 1 0 4、加算器 1 1 1 1 により着目する成分値  $P(x, y, 0)$  が復号される（ステップ S 1 2 1 6）。

【 0 1 0 0 】

続いて同様に成分値予測部 2 0 2、予測誤差復号部 1 1 0 4、加算器 1 1 1 1 により成分値  $P(x, y, 1)$  が復号され（ステップ S 1 2 1 7）、さらに成分値  $P(x, y, 2)$  が復号される（ステップ S 1 2 1 8）。

30

【 0 1 0 1 】

ステップ S 1 2 1 1 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 に 1 を加え、ステップ S 1 2 1 2 で x と W とを比較し、復号した着目画素が 1 ラインの終端位置の画素であるか否かを判定する。x < W である場合には、1 ライン分の復号処理が未完であることになるので、処理をステップ S 1 2 0 4 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 S 1 2 1 3 に進み、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 を加える。

【 0 1 0 2 】

40

ステップ S 1 2 1 4 では、着目画素の垂直方向座標 y と画像の垂直方向の画素数 H とと比較する。y < H であれば処理をステップ S 1 2 0 3 へと戻し、次のラインの各画素について同様に処理を行い、y = H である場合には、画像全体の復号処理が完了したことになるので、本復号処理を終了する。

【 0 1 0 3 】

以上の結果、第 2 の実施形態と同様に、可逆復号が可能になる。

【 0 1 0 4 】

< 第 3 の実施形態 >

上記第 1 の実施形態及びその変形例では、単一の符号表を用いてベクトル情報を符号化する構成とした。この構成は、簡易である反面、冗長性が残る。また、周囲の色数が少な

50

い場合には着目画素値と周囲画素値のいずれかが同一である可能性も高く、反対に色数が多い場合には低くなる傾向にある。そこで、第3の実施形態として、周囲画素の色数に応じて適応的にベクトル情報を符号化するか否かを切り替え、さらに色数に応じてベクトル情報の符号化方法を変更することにより、符号の冗長性を除き、さらに圧縮効率を高めることを目指す技術を説明する。

#### 【0105】

本第3の実施形態における画像符号化を行なう画像処理装置のブロック構成図を図13に示す。

#### 【0106】

図13に示すように、本第3の実施形態に係る画像データの符号化を行なう画像処理装置は、色数判定部1301、近傍一致判定部1302、一致画素位置符号化部1303、予測誤差符号化部1304、符号生成部1305、バッファ201、成分値予測部202、減算器203とを備える。同図において105、106、206、207は信号線である。なお、第1の実施形態の画像処理装置の処理部と同じ動作をする処理部については同参照番号を付し、説明を省略する。

#### 【0107】

以下、図13を参照して、本第3の実施形態に係る画像処理装置が行う画像符号化処理について説明する。

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、第1の実施形態と同じとする。すなわち、RGBカラー画像データであり、各コンポーネント（色成分）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。符号化対象の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。また、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。

#### 【0108】

第1の実施形態の画像処理装置では装置外部から成分値予測部202で使用する予測方式を選択する予測選択信号mが入力され、これによって予測方式が切り替わる構成としたが、本第3の実施形態の画像処理装置では、成分値予測部202に設定する予測選択信号mは“4”の固定であるものとする。

#### 【0109】

色数判定部1301は着目する画素Xの各成分について、バッファ201から図3のa、b、c、dに示す周囲4画素の同一成分値を読み出し、画素Xa、Xb、Xc、Xdを得る。着目する画素の位置を(x、y)としたとき、Xa、Xb、Xcについては先に説明した通りである。画素Xdは、以下の通りである。

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

#### 【0110】

色数判定部1301は、これら画素データXa、Xb、Xc、Xdの集合中に何種類の色が存在するか検出して、その色数情報Ncを出力する。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、すなわち、XaとXb、XaとXc、XaとXd、XbとXc、XbとXd、XcとXdの各ペアについて一致しているか否かを判定し、一致しているペアの数をカウントする。すなわち、一致するペアの数が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、その色数を色数情報Ncとして出力する。

#### 【0111】

近傍一致判定部1302は着目画素Xと同一の色を持つ画素がその周囲4画素(Xa、Xb、Xc、Xd)に存在するか否かを表す一致画素存在情報105と、ベクトル情報106を生成し、出力する。

#### 【0112】

先に説明した第1の実施形態での近傍一致判定部101では周囲3画素を参照したが、

10

20

30

40

50

本第3の実施形態では画素データX dを含めた周囲4画素との比較を行う点に注意されたい。

#### 【0113】

また、本第3の実施形態での近傍一致判定部1302、色数判定部1301から出力される色数情報N cに依存したベクトル情報106を生成し、出力する。色数N cの値(1乃至4)の場合に分けて近傍一致判定部1302の処理は次の通りである。

i) 色数情報N cが4である場合、即ち、X a, X b, X c, X dが全て異なる色である場合、近傍一致判定部1302は、近傍画素X a乃至X d内での一致不一致によらず、ベクトル情報106として“4”を出力する。

ii) 色数N cが1の場合、即ち、近傍画素X a乃至X dが全画素値(同一色)である場合には、着目画素XとX aを比較してX = X aならば“0”、X ≠ X aならば“1”をベクトル情報106として出力する。

iii) 色数N cが2の場合、すなわち、近傍画素X a乃至X d内に2種類の色が存在する場合、X a, X b, X c, X dの順番で第1画素値(色)X 1と第2の画素値X 2を求め、着目画素X = X 1ならば“0”、X = X 2ならば“1”、X ≠ X 1かつX ≠ X 2ならば“2”をベクトル情報106として出力する。ここで、第1、第2画素値の定義であるが、X a, X b, X c, X dの順番で見た場合、第1の画素X 1は無条件でX aである。また、第2の画素値はX aと異なる値(色)を持つX b, X c, X dのいずれかである。例えば、X a = X b = X cであり、X dがX a乃至X cのいずれとも一致しない場合、第1画素値X 1はX a、第2画素値X 2はX dとなる。

iv) 色数N cが3の場合、すなわち、近傍画素X a乃至X d内に3種類の色が存在する場合、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 ≠ X 1かつX ≠ X 2かつX ≠ X 3ならば“3”をベクトル情報106として出力する。

#### 【0114】

また、近傍一致判定部1302が一致画素存在情報105を出力する際の処理は次の通りである。

#### 【0115】

近傍一致判定部1302は、ベクトル情報106として出力する情報と、色数判定部1301から得られる色数N cとを比較し、両者が等しい場合には信号線105として“1”を出力し、それ以外の場合には“0”を出力する。従って、色数N c = 4である場合、一致画素存在情報105は常に“1”となる。また、色数N cが4以外の場合であり、尚且つ、着目画素Xが周囲4画素X a, X b, X c, X dのいずれとも不一致ならば“1”、着目画素Xは少なくとも周囲4画素の何れか1つの一致する場合には“0”を出力する。

#### 【0116】

一致画素位置符号化部1303では、近傍一致判定部1302からのベクトル106を符号化し、その符号化結果である符号語を符号生成部1305へ出力する。本第3の実施形態における一致画素位置符号化部1303は、色数判定部1301から出力される色数N cによって、図15(a)乃至(c)の符号テーブル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1303からの符号出力は行われない。

#### 【0117】

なお、図15(a)乃至(c)における符号語中、例えば「1(バイナリ)」はN c = 1, 2, 3の場合に存在する。しかし、復号する装置(後述)では、着目画素の符号化データがこの符号であったとしても、既復号済みの周辺画素の色数N cから同図(a)乃至(c)のいずれの符号であるかが特定できるので、正しく復号することが約束される。

#### 【0118】

一方、第1の実施形態と同様にして、着目画素の各成分は成分値予測部202、減算器203、予測誤差符号化部1304によって予測符号化される。本実施形態では予測選択

信号  $m$  を固定値 4 としているので、全ての成分値に対して「 $a + b - c$ 」の式により予測値を求めることになる。

【0119】

なお、第 1 の実施形態では予測符号化部 205 において図 6 の符号表を用いたハフマン符号化を行ったが、本実施形態では Golomb 符号を用いる例について説明する。

【0120】

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つ。また、Golomb 符号は、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。

$e \geq 0$  の場合、 $V = 2 \times e$

$e < 0$  の場合、 $V = -2 \times e - 1$

【0121】

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。

【0122】

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  $k = 0, 1, 2$  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る。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。

【0123】

予測誤差符号化部 1304 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、 $0 \sim 2$ ) を備える。符号化の開始時点でカウンタ  $N$  に 1 を、カウンタ  $A[0] \sim A[2]$  に 2 を設定する。符号化対象の成分値ごとに  $N \times 2^k$  ( $x^y$  は  $x$  の  $y$  乗を意味する) 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。近傍一致判定部 1302 からの情報 105 が「1」である場合(着目画素  $X$  と同一色が近傍画素  $a, b, c, d$  に存在しない場合)には、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変数  $N$  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  $1/2$  にするといった処理を適用すれば良い。

【0124】

符号生成部 1305 は、一致画素存在情報 105 に従って、一致画素位置符号化部 1303 から出力される符号語と予測誤差符号化部 1304 から出力される各成分の予測符号化データから着目する画素に対する符号化データを生成する。一致画素存在情報 105 が「0」である場合には、図 8 (b) のように一致画素位置符号化部 1303 から出力される符号語のみを着目画素の符号化データとする。一方、一致画素存在情報 105 が「1」である場合には同図 (c) のように一致画素位置符号化部 1303 から出力される符号語に、予測誤差符号化部 1304 から出力される各成分値の予測符号化データを連結させて着目画素の符号化データとする。なお、色数判定部 1301 により検出された色数  $N_c$  が

4であった場合には一致画素位置符号化部1303から出力される符号語は無い(即ち、近傍一致情報の符号語長は0である)点に注意されたい。

【0125】

符号列形成部104では予測選択信号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、符号生成部1305から出力される符号化データから、所定のフォーマットの符号列を形成し、信号線207に出力する。本第3の実施形態においても第1の実施形態と同様に図9に示す構成の符号列を生成することができる。なお、本第3の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。従って、復号側装置での予測選択信号mも固定するとするなら、ヘッダには予測選択信号mを格納する必要はない。

10

【0126】

以上の説明のように、本第3の実施形態に係る画像処理装置では、符号化対象となる画素Xの周囲にある符号化済みの画素Xa, Xb, Xc, Xdの色数に応じてベクトル情報の符号語の有無、および、ベクトル情報の符号化における符号の割り当てを変更している。これにより、文字、線画、CG画像など、着目画素の周囲に同じ色の画素が存在する可能性の高い画像データの可逆圧縮性能を更に向上させるとともに、自然画像など、着目画素の周囲に同じ色の画素が存在する可能性の低い画像データにおいても余分な付加を発生することなく、効率的な符号化を行うことができる。

【0127】

<第3の実施形態の変形例>

20

上記第3の実施形態をソフトウェアでもって実現しても構わない。その例を以下に説明する。ソフトウェアで実現する場合の装置構成は、第1の実施形態の変形例を参照した図14と同じであるのでその説明は省略し、その装置上で実行する符号化アプリケーションの処理手順を説明する。

【0128】

本第3の実施形態における符号化処理手順を図22に示す。図示の様に、先に説明した第1の実施形態における符号化処理の流れとして示した図10のフローチャートとほぼ同様の流れになるので、同処理については同符号を付した。異なる点としては図10でのステップS1000に示した予測選択信号mの入力が不要となり、ステップS1015における色数判定部1301による色数Ncを求める処理が追加された点である。以下、本第3の実施形態の変形例を説明する。なお、各種バッファについては、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。

30

【0129】

まず、符号列形成部104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S1001)。次いで、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に設定し(ステップS1002)、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S1003)。同様に着目する成分番号を保持するカウンタCを0に設定する(ステップS1004)。

【0130】

信号線206から着目画素の成分値P(x, y, C)を入力し、バッファ201に格納する。成分値P(x, y, C)は成分値予測部202、減算器203、予測誤差符号化部1304により予測符号化されると同時に、近傍一致判定部1302において周囲画素の同一成分値との比較が行われる(ステップS1005)。着目する成分番号Cに1を加え(ステップS1006)、RGB画像の色成分の数である3と比較してC<3であればステップS1005に処理を戻し、次の成分について同様に処理を行い、そうでない場合にはステップS1008へと処理を移す。

40

【0131】

着目画素について全ての成分が入力されると色数判定部1301において色数Ncが求められる(ステップS1015)。これを用いて近傍一致判定部1302はベクトル情報106と一致画素存在情報105を生成する。但し、Ncが4である場合にはベクトル情

50

報の符号化は行われ(ステップS1008)。

#### 【0132】

一致画素位置符号化部1303から出力される近傍一致情報の符号語と、予測誤差符号化部1304から出力される各成分の予測符号化データに基づき、符号生成部1305に対して、一致画素存在情報105に従って着目する画素についての符号を形成を生成させ、その結果を符号列形成部104を介して出力させる(ステップS1009)。

#### 【0133】

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S1010)、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S1004へと戻し、次の画素の符号化処理を行う。また、 $x = W$ である場合には、ステップS1012へと処理を進め、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を加える。そして、着目画素の垂直方向の位置を示すyと画像の垂直方向画素数Hと比較して $y < H$ であれば処理をステップS1003へと戻し、次のラインの画素について同様に処理を行う。また、 $y = H$ である場合には、画像全体に対する符号化が完了したことになるので、本符号化処理を終了する。

#### 【0134】

以上の説明のように、本変形例によっても第3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。

#### 【0135】

##### [第4の実施形態]

次に、上記第3の実施形態及びその変形例にて生成された符号化画像データを復号する例を第4の実施形態として説明する。基本的には、上記第3の実施形態の符号化処理の逆の手順で処理を行えばよい。

#### 【0136】

図17は、本第4の実施形態に係る画像データの復号を行なう画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。図17に示すように、本実施形態に係る画像処理装置は、一致画素位置復号部1701、予測誤差復号部1702、セクタ1703、色数判定部1301、符号バッファ1101、ヘッダ解析部1102、スイッチ1106、バッファ201、成分値予測部202、加算器1111とを備える。同図において1107、1108、1109、1110は信号線である。第1から第3の実施形態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参照符号を付し、説明を省略する。

#### 【0137】

以下、図17を参照して、本第4の実施形態に係る画像処理装置が行う処理について、第2の実施形態で説明した画像処理装置との差異を説明する。

第2の実施形態と同様に、復号対象となる符号化データが信号線1107を介して本画像処理装置に入力され、符号バッファ1101に適宜格納され、ヘッダ解析部1102により付加情報の取得が行われる。

#### 【0138】

本第4の実施形態でも、最終的に復号して得られた画素データは、スイッチ1106より出力されるが、そのうちの2ライン分の画像データはバッファ201に格納される(復号処理を開始する際に零クリアされている)。

#### 【0139】

色数判定部1301では第3の実施形態で説明した処理により、着目画素の近傍画素a, b, c, d内の色数Ncを求めて出力する。

#### 【0140】

一致画素位置復号部1701は、色数判定部1301から出力される色数Ncが1から3である場合に、各画素の符号化データについて、まず、図15(a)乃至(c)のいずれのテーブルを利用するかを決定し、符号語からベクトル情報に復号する。復号したベクトル情報は、信号線1109を介してセクタ1703へ出力する。

#### 【0141】

10

20

30

40

50

また、一致画素位置復号部 1701 は、復号したベクトル情報と色数  $N_c$  を比較して、両者が等しい場合、予測誤差復号部 1702 とスイッチ 1106 を制御する信号 1108 として “1” を出力し、異なる場合には “0” を出力する。一方、色数  $N_c$  が 4 である場合には信号線 1108 から制御信号 “1” を出力し、ベクトル情報として信号線 1109 に “4” を出力する。

#### 【0142】

予測誤差復号部 1702 は、一致画素位置復号部 1701 からの制御信号 1108 が “1” である場合に、第 3 の実施形態で説明した予測誤差符号化部 1304 の符号化処理と対をなす復号手順により着目する画素の各成分の予測誤差を復号する。この予測誤差復号部 1702 には、予測誤差符号化部 1304 と同様、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、 $0 \sim 2$ ) とを備え、復号の開始時点でカウンタ  $N$  を 1 に、カウンタ  $A[0] \sim A[2]$  を 2 に設定する。着目画素の着目する成分値の復号においては符号化時と同様の方法により、 $N$  と  $A[0] \sim A[2]$  から符号化時に用いた  $k$  パラメータと同じ値を導出し、これを用いて非負の整数値  $V$  を復号する。Golomb 符号の復号は符号化と逆の手順で行われ、まず、復号開始点から「0」の連続数を調べ、整数値  $m$  に保持する。「0」の連続を終端させた「1」のすぐ後から  $k$  ビット取り出し、 $m$  を  $k$  ビット左シフトした後、取り出した  $k$  ビットとの OR 演算を行うことにより非負の整数値  $V$  を復号する。この非負の整数値  $V$  から以下の演算により予測誤差  $e$  を復号する。

$V$  が奇数の場合、 $e = -(V + 1) / 2$

$V$  が偶数の場合、 $e = V / 2$

第 2 の実施形態と同様にして成分値予測部 202 は予測値  $p$  を生成し、加算器 1111 で、予測値  $p$  と上記予測誤差  $e$  とを加算することで、着目画素の着目色成分を復元して出力する。各成分の復号後、カウンタ  $N[C]$  に復号した予測誤差の絶対値  $|e|$  を加算して更新し、着目する画素について全成分の復号が終了した時点でカウンタ  $N$  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  $1/2$  にするといった処理を適用すれば良い。但し、同じ  $k$  パラメータを得るためには、この処理は符号化側と復号側で共通に行わなければならない。

#### 【0143】

セクタ 1703 は一致画素位置復号部 1701 からのベクトル情報 1109 に従って、バッファ 201 から読み出される着目画素  $X$  の周囲画素  $X_a$ 、 $X_b$ 、 $X_c$ 、 $X_d$  の各成分値の何れかを選択して出力する。すなわち、ベクトル情報 1109 が “0” である場合には、 $X_a$  の各成分値を選択し、“1” である場合には  $X_a$ 、 $X_b$ 、 $X_c$ 、 $X_d$  の順番に見て  $X_a$  とは異なる第 2 の画素値（色）を持つ画素の各成分値を選択する。同様に “2” である場合には  $X_a$ 、 $X_b$ 、 $X_c$ 、 $X_d$  の順番で見て、第 1 の画素値（ $X_a$ ）および第 2 の画素値と異なる第 3 の画素値の各成分値を選択して出力する。なお、ベクトル情報 1109 が “3”、または “4” である場合、セクタ 1703 からの出力は無効である。なお、この場合、スイッチ 1106 が端子  $a$  側に接続されることになるので、セクタ 1703 からの出力は何であって構わない。

#### 【0144】

スイッチ 1106 は一致画素位置復号部 1701 から信号線 1108 が “1” である場合には端子  $a$  を選択して予測復号して得られた画素データを出力する。また、信号 1108 が “0” である場合には端子  $b$  を選択し、ベクトル情報に基づいて得られた画素データを復号結果として出力する。スイッチ 1106 から出力された画素データは、先に説明したように、バッファ 1201 に格納され、後続して入力する符号化データを復号する際の周囲画素として利用される。

#### 【0145】

以上の説明したように、符号化データから完全に元の画像データを復元することができる。

## 【 0 1 4 6 】

## &lt; 第 4 の実施形態の変形例 &gt;

上記第 3 の実施形態は、ソフトウェアでもって実現しても構わない。その例を以下に説明する。

## 【 0 1 4 7 】

なお、図 1 7 に示す各種処理部に相当する処理は、ソフトウェア上では関数、サブルーチン等で実現することになるが、本変形例でも、便宜的に、図 1 7 の各処理部の名前をそのまま使用するものとする。装置構成は、図 1 4 と同じであるので、その説明は省略し、その装置上で実行する復号アプリケーションの処理手順を図 2 3 のフローチャートに従って説明する。

10

## 【 0 1 4 8 】

図 2 3 に示すように、第 2 の実施形態の復号処理の流れとして説明した図 1 2 のフローチャートとはほぼ同様の処理手順で行われる。それ故、図 1 2 のフローチャートと同じ処理については同参照符号を示す。また、特に異なる点としては、ステップ S 1 2 1 9 の色数  $N_c$  を検出する処理が追加され、ステップ S 1 2 0 5 では色数  $N_c$  に応じてベクトル情報を復号する点と、ステップ S 1 2 0 6 に代わって、ステップ S 1 2 2 0 で復号して得られたベクトル情報と色数  $N_c$  が等しいかどうかを判定することである。なお、同図に従ったプログラムは R A M 1 4 0 2 にロードされており、C P U 1 4 0 1 がこれを実行することになる。

## 【 0 1 4 9 】

20

まず、信号線 1 1 0 7 から復号対象となる符号化データを符号バッファ 1 1 0 1 に格納し、ヘッダ解析部 1 1 0 2 で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 (ステップ S 1 2 0 1)。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 に設定し (ステップ S 1 2 0 2)、同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 1 2 0 3)。さらに、着目する成分番号を保持するカウンタ  $C$  を 0 に設定する (ステップ S 1 2 0 4)。

## 【 0 1 5 0 】

各画素の復号では、まず、色数判定部 1 3 0 1 により周囲画素の色数  $N_c$  を求め、 $N_c$  の値に応じたベクトル情報 1 1 0 9 を一致画素位置復号部 1 7 0 1 で復号させる。また、このとき、一致画素存在情報 1 1 0 8 も生成し、予測誤差復号部 1 7 0 2 とスイッチ 1 1 0 6 に制御信号として出力する (ステップ S 1 2 0 5)。

30

## 【 0 1 5 1 】

次に、復号して得られたベクトル情報と色数  $N_c$  と等しいか否かを判定し (ステップ S 1 2 2 0)、等しい (Y E S) ならばステップ S 1 2 0 7 へ、等しくない (N O) ならばステップ S 1 2 0 8 へと処理を移す。

## 【 0 1 5 2 】

ステップ S 1 2 0 7 に処理が移った場合 (このとき信号線 1 1 0 8 は “ 1 ”)、スイッチ 1 1 0 6 の端子 a を選択し、成分値予測部 2 0 2、予測誤差復号部 1 7 0 2、加算器 1 1 1 1 により着目する成分値  $P(x, y, C)$  が復号する。一方、ステップ S 1 2 2 0 で N O と判定した場合 (このとき信号線 1 1 0 8 は “ 0 ”)、処理はステップ S 1 2 0 8 に進み、スイッチ 1 1 0 6 の端子 b を選択し、一致画素位置復号部 1 7 0 1 で復号したベクトル情報に基づいてバッファ 1 2 0 1 から読み出される周辺画素の何れか 1 つの成分値をセレクト 1 7 0 3 で選択させ、この結果を、着目する画素の成分値  $P(x, y, C)$  として出力する。このようにして、ステップ S 1 2 0 7、あるいはステップ S 1 2 0 8 で出力される成分値  $P(x, y, C)$  は信号線 1 1 1 0 から装置外部へと出力されるとともに、バッファ 2 0 1 に格納される。

40

## 【 0 1 5 3 】

ステップ S 1 2 0 9 では着目する成分番号を保持するカウンタ  $C$  に 1 を加え、R G B 画像の色成分の数である 3 と比較して  $C < 3$  であればステップ S 1 2 0 6 に処理を戻り、次の成分について復号処理を行なう。また、 $C = 3$  であると判断した場合には、ステップ S

50



1 2 1 1へと処理を移し、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S 1 2 1 2で、 $x < W$ であると判断した場合には、ステップS 1 2 0 4へと戻し、次の画素の復号処理を行う。また、 $x = W$ であると判断した場合には、ステップS 1 2 1 3へと処理を移し、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を加える。次いで、画像の垂直方向画素数 $H$ と比較して $y < H$ であれば処理をステップS 1 2 0 3へと戻り、次のラインの各画素について同様に処理を行う。また、 $y = H$ であると判断した場合には、画像全体に対する復号処理が完了したことを意味するので、本復号処理を終了する。

【0 1 5 4】

以上の動作により、符号化データから完全に元の画像データを復元することができることになる。

【0 1 5 5】

< 第5の実施形態 >

第3の実施形態の画像処理装置では、着目画素に対して、符号化済みの周囲画素群の色数に応じてベクトル情報の符号化を行うか否か、及び、符号化する際のテーブルを切り替えた。これにより、自然画像など、着目画素値と同一の画素値（色）を持つ周囲画素が存在する可能性の低い画像に対しても、ベクトル情報の符号化による符号量の増加を抑制することができた。また、着目画素値と同一の画素値（色）を持つ近傍画素が存在する可能性の高いコンピュータグラフィックスの画像等については、更なる圧縮効率が期待できるものであった。更なる圧縮率を実現するためには、ランレングス符号化と組み合わせることも効果的である。そこで、本第5の実施形態として、第3の実施形態にランレングス符号化を組み合わせた例について説明する。

【0 1 5 6】

図18は本第5の実施形態に係る画像符号化を行なう画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。図18に示すように、本第5の実施形態に係る画像処理装置は、ランレングス符号化部1801、スイッチ1802、色数判定部1301、近傍一致情報符号化部1306、成分値予測符号化部1307、符号生成部1305、バッファ201、符号列形成部104から構成される。なお、105、206、207は信号線である。第1の実施形態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、説明を省略する。

【0 1 5 7】

以下、図18を参照して、本第5の実施形態に係る画像処理装置における画像符号化処理について説明する。

【0 1 5 8】

本第5の実施形態の画像処理装置は、図13に示した第3の実施形態の画像処理装置に、ランレングス符号化部1801、スイッチ1802を追加した構成と成っている。近傍一致情報符号化部1306は、図13において近傍一致判定部1302と一致画素位置符号化部1303を内部に含む破線部分を一纏めにしたものであり、また、成分値予測符号化部1307は同図の成分値予測部202、減算器203、予測誤差符号化部1304を含む破線部分を一纏めにしたものである。

【0 1 5 9】

また、本第5の実施形態では、符号化対象とする画像データは、CMYKカラー画像データであり、各コンポーネント（色成分）8ビットで0～255の範囲の濃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。符号化対象の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C、M、Y、Kの順番でデータを並べて構成されるものとする。また、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、色空間としてC（シアン）M（マゼンタ）Y（イエロー）K（ブラック）にしたのは、これまでの実施形態では符号化対象画像がRGBカラー画像データであり、それ以外の一例を示すためのものである。

【0 1 6 0】

次に、本第5の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。先に説明した第3の実施形態と同じく、成分値予測部202（成分値予測符号化部1307の内部）で用いる予測方式は固定であるとし、常に予測選択信号 $m = 4$ が入力されているものとする。

#### 【0161】

符号化対象画像データは信号線206から順に入力される。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C, M, Y, Kの順番で成分データが入力される。画素の各成分の濃度値は、C, M, Y, Kをそれぞれ成分番号0, 1, 2, 3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。例えば、水平方向画素位置104、垂直方向画素位置335の画素のC, M, Y, K各成分の値はそれぞれ $P(104, 335, 0)$ 、 $P(104, 335, 1)$ 、 $P(104, 335, 2)$ 、 $P(104, 335, 3)$ と表す。また、成分のまとまりとして画素値を表現する場合にはC, M, Y, Kの各成分値を要素とするベクトル $X$ として表現する。例えば、C, M, Y, K各成分の値が $c$ 、 $m$ 、 $y$ 、 $k$ である画素については $X = (c, m, y, k)$ と記述する。

#### 【0162】

本画像処理装置では、基本的には信号線206から順次入力される画像データの1画素ごとに、符号列形成部104から対応する符号が出力されるが、ランレングス符号化が適用される部分では画素のラン（連続数）に対して符号が出力される。

#### 【0163】

バッファ201は画像データを2ライン分格納する領域を持ち、信号線206から入力される画像データを順次格納していく。先に述べたように、画像データは各画素がラスタ順に、そして各画素ではC, M, Y, Kの順番で成分値が入力されるが、バッファ201からは、図3の $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ に示す周囲3画素の同一成分値が読み出され、色数判定部1301、近傍一致情報符号化部1306、成分値予測符号化部1307へと供給される。着目する画素の成分値を $P(x, y, C)$ とすると、 $a = P(x-1, y, C)$ 、 $b = P(x, y-1, C)$ 、 $c = P(x-1, y-1, C)$ 、 $d = P(x+1, y+1, C)$ である。なお、画像の最初のラインや各ラインの先頭/末尾などで、 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ が画像の外側となる場合には符号化側と復号側で共通の値を仮定する。本実施形態では0とする。

#### 【0164】

色数判定部1301は着目する画素 $X$ の各成分について、バッファ201から図3の $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$ に示す周囲4画素の同一成分値を読み出し、画素 $Xa$ 、 $Xb$ 、 $Xc$ 、 $Xd$ を得る。着目する画素の位置を $(x, y)$ とし、これを用いて $Xa$ 、 $Xb$ 、 $Xc$ 、 $Xd$ を表現すると以下の通りである。

$$Xa = (P(x-1, y, 0), P(x-1, y, 1), P(x-1, y, 2), P(x-1, y, 3))$$

$$Xb = (P(x, y-1, 0), P(x, y-1, 1), P(x, y-1, 2), P(x, y-1, 3))$$

$$Xc = (P(x-1, y-1, 0), P(x-1, y-1, 1), P(x-1, y-1, 2), P(x-1, y-1, 3))$$

$$Xd = (P(x+1, y-1, 0), P(x+1, y-1, 1), P(x+1, y-1, 2), P(x+1, y-1, 3))$$

#### 【0165】

色数判定部1301は、これら $Xa$ 、 $Xb$ 、 $Xc$ 、 $Xd$ の集合中に何種類の色が存在するかを検出して、その色数 $Nc$ を出力する。具体的には4画素から2画素を取り出す6通りの組み合わせについて、取り出した2画素が同一である数をカウントし、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 $Nc$ を出力する。これは第3の実施形態と同じである。

#### 【0166】

近傍一致情報符号化部1306は色数判定部1301から出力される周囲4画素の色数 $Nc$ が1から3の場合に、第3の実施形態と同様にして、着目画素 $X$ とその周囲4画素( $Xa$ 、 $Xb$ 、 $Xc$ 、 $Xd$ )との一致/不一致、及び、一致する場合の近傍画素を特定するベクトル情報を符号化し、その符号語を出力する。また、信号線105には周囲4画素に

同一色を持つペアが存在するか否かを表す周辺画素状態情報を出力する。

【0167】

一方、第3の実施形態と同様にして、着目画素のC, M, Y, Kの各成分が成分値予測符号化部1307により符号される。なお、成分値予測符号化部1307における各成分の予測符号化には国際標準方式JPEGLSにおけるregular modeの符号化手法などを適用しても良い。

【0168】

符号生成部1305は、信号線105の周辺画素状態情報に従って、近傍一致情報符号化部1306から出力されるベクトル情報の符号語と成分値予測符号化部1307から出力される各成分の予測符号化データから、着目する画素に対する符号化データを生成する。符号生成部1305の動作は第3の実施形態で説明の通りである。

【0169】

ランレングス符号化部1801は内部に同じ画素値の連続数を計測するカウンタRLを保持し、色数判定部1301から出力される色数Ncが1になった場合に計測を開始及び継続する。但し、着目する画素Xが直前の画素値Xaと異なる値となるか、1ラインの最後の画素に到達した場合には、それまでのカウンタRLに保持されているランレングスを符号化して出力する。ランレングスの符号化には、例えば、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JPEGLS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。なお、ここでは説明を簡単にするために色数判定部1301から出力される色数Ncに基づいて画素の連続数を計測開始するものとして説明したが、符号化側と復号側で同様にラン(画素値の連続)の発生が予想できる条件であれば良い。例えば、Xaの直前の画素をXeとしてXa=Xeである場合にランの計測を開始するといった方法を用いても良い。

【0170】

スイッチ1802は色数判定部1301から出力される色数Ncが1である場合に端子b側に接続し、ランレングス符号化部1801によりランレングスのカウントが行われている間はb側に固定する。ランレングスが終端し、ランレングス符号化部1801から符号が出力された後、端子aに切り替える。

【0171】

以上の説明のように、本第5の実施形態に係る画像処理装置では、近傍一致情報符号化部1306、成分値予測符号化部1307、ランレングス符号化部1801を備えて、符号化対象となる画素Xの周囲にある符号化済みの画素Xa, Xb, Xc, Xdの色数に応じてこれらの符号化方式を選択的に動作させて符号化を行っている。これらの選択は符号化済みの画素によって行われるため、符号化方式の切り替えのための情報を伝送する必要はない。第3の実施形態と同様の効果に加えて、ランレングス符号化を導入することで、文字、線画、CG画像など可逆圧縮性能を更に向上させることができる。

【0172】

<第5の実施形態の変形例>

上記第5の実施形態をソフトウェアでもって実現しても構わない。その例を以下に説明する。ソフトウェアで実現する場合の装置構成は、第1の実施形態の変形例を参照した図14と同じであるのでその説明は省略し、その装置上で実行する符号化アプリケーションの処理手順を説明する。

【0173】

本第5の実施形態における符号化処理手順を図19のフローチャートに示す。図19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がこれを実行するものである。ソフトウェアでもって実現する場合、図18に示した各処理部に相当する処理は、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11の各処理部の名前をそのまま使用する。

【0174】

まず、符号列形成部 104 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するカウンタ y を 0 に設定し、ランレングス符号化部 1801 の内部に保持されるカウンタ RL を 0 に設定する（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）。

【0175】

次に、座標（x、y）座標に位置する着目画素 X の周辺の 4 画素について、色数判定部 1301 により色数 Nc を求める（ステップ S1904）。色数 Nc が 1、もしくはカウンタ RL が 0 以外の値である場合（YES）にはステップ S1914 へと処理を移し、それ以外の場合（NO）にはステップ S1906 へと処理を移す（ステップ S1905）。このステップ S1905 での判定が YES の場合にはスイッチ 1802 は端子 b を選択し、NO の場合には端子 a を選択することになる。

10

【0176】

ステップ S1906 では近傍一致情報符号化部 1306 により、周囲 4 画素との一致 / 不一致、及び、一致する場合には一致する周辺画素位置を特定するベクトル情報を生成して符号化すると共に、周囲 4 画素内に同じ色のペアが存在するか否かを示す近傍画素状態情報を生成し、信号線 105 として出力する。

【0177】

次いで、この制御信号 105 が “1” であるか否かを判断し（ステップ S1907）、“1” である場合（YES）には成分値予測符号化部 1307 における成分値の予測符号化処理を C、M、Y、K の各成分に対して行い、符号を生成する（ステップ S1908）。続いて符号生成部 1305 において信号線 105 からの制御信号に応じて着目画素に対する符号が生成され、スイッチ 1802 を介して符号列形成部 104 へと出力され、符号列形成部 104 で所定のフォーマットの符号列が形成される（ステップ S1909）。

20

【0178】

この後、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う。 $x = W$  である場合には、ステップ S1912 へと処理を移す（ステップ S1911）。

【0179】

30

一方、ステップ S1905 からステップ S1914 に処理が進んだ場合には、着目する画素値 X と直前の画素値 Xa を比較する。 $X = Xa$  である場合（NO）、処理はステップ S1920 へ移り、 $X = Xa$  である場合（YES）、処理はステップ S1915 に進む。

【0180】

ステップ S1915 に処理が進むと、ランレングス符号化部 1801 の内部に保持するカウンタ RL を 1 だけ増加させ（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）。次いで、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 S1904 へと戻し、次の画素の符号化処理を行う。また、 $x = W$  であると判定した場合には、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 1801 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 1801 から出力される符号は、スイッチ 1802 を介して符号列形成部 104 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 1802 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。

40

【0181】

また、ステップ S1914 からステップ S1920 に処理が進んだ場合、直前の画素値 Xa と異なる画素値 X の出現によりランが終端された場合を意味するので、ランレングス符号化部 1801 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

50

する。ランレングス符号化部 1801 から出力される符号はスイッチ 1802 を介して符号列形成部 104 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 S1921)。このとき、スイッチ 1802 は端子 a 側に接続変更される。続いてステップ S1906 へと処理を移し、ランを終端させた着目画素 X についての符号化処理を継続する。

#### 【0182】

こうして、1 ラインの画像データの符号化が完了すると、処理はステップ S1912 に進み、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 S1903 へと戻し、次のラインの画素について同様に処理を行うことになる。また、 $y = H$  であると判断した場合には、符号化対象とする画像データの全ての符号化が完了したことを意味するお出、本符号化処理を終了する (ステップ S1913)。

10

#### 【0183】

以上説明したように、本変形例 (ソフトウェアで実現する例) によっても、第 5 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。

#### 【0184】

##### < 第 6 の実施形態 >

上記第 5 の実施形態 (及びその変形例) で生成された符号化データを復号する装置を第 6 の実施形態として説明する。

#### 【0185】

20

図 20 は、本第 6 の実施形態に係る符号化画像データを復号する画像処理装置のブロック構成図である。図 20 に示すように、本第 6 の実施形態に係る画像処理装置は、色数判定部 1301、符号バッファ 1101、ヘッダ解析部 1102、スイッチ 1106、バッファ 201、成分値予測符号化データ復号部 1704、近傍一致情報復号部 1705、ランレングス復号部 2001、スイッチ 2002 とを備える。同図において 1107、1108、1110 は信号線である。従来の画像処理装置、および第 1 から第 5 の実施形態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、説明を省略する。

#### 【0186】

以下、図 20 を参照して、本実施形態に係る画像処理装置が行う画像復号処理について説明する。本第 6 の実施形態の画像処理装置は、図 17 に示した第 4 の実施形態の画像処理装置に、ランレングス復号部 2001、スイッチ 2002 を追加した構成と成っている。近傍一致情報復号部 1705 は図 17 において一致画素位置復号部 1701 とセレクト 1703 を内部に含む破線部分を一纏めにしたものであり、また、成分値予測符号化データ復号部 1704 は同図の成分値予測部 202、予測誤差復号部 1702、加算器 1111 を含む破線部分を一纏めにしたものである。

30

#### 【0187】

第 4 の実施形態と同様に、復号対象となる符号化データが信号線 1107 を介して本画像処理装置に入力され、符号バッファ 1101 に適宜格納される。ヘッダ解析部 1102 は符号化データの先頭のヘッダ部分を解析し、復号処理に必要な情報を取得する。

40

#### 【0188】

色数判定部 1301 では第 3 の実施形態で説明した処理により、色数  $N_c$  を求めて出力する。

#### 【0189】

近傍一致情報復号部 1705 は色数判定部 1301 から出力される周囲 4 が素の色数  $N_c$  が 1 から 3 の場合に、第 4 の実施形態と同様にして、着目画素 X とその周囲 4 画素 ( $X_a$ ,  $X_b$ ,  $X_c$ ,  $X_d$ ) との一致 / 不一致、一致していれば着目画素と同じ色を持つ周辺画素を特定するベクトル情報を復号する。そして、復号して得られたベクトル情報が色数  $N_c$  と異なれば、ベクトル情報に従って  $X_a$ ,  $X_b$ ,  $X_c$ ,  $X_d$  のいずれかを出力する。近傍一致情報復号部 1705 は、着目画素の周囲の 4 画素内に、同一色を持つペアが存在す

50

るか否か、すなわち、即ちベクトル情報とNcが等しいか否かを表す近傍画素状態情報を信号線1108に出力する。

【0190】

成分値予測符号化データ復号部1704では第4の実施形態と同様にして、符号バッファ1101から符号化データを読み込み、画素のC、M、Y、Kの各成分を復号する。

【0191】

一方、ランレングス復号部2001は色数判定部1301から出力される色数Ncが1である場合に、符号バッファ1101から符号化データを読み込み、直前の画素Xaと同じ画素値の連続数RLを復号し、復号画素値としてXaをRL個連続して出力する。ランレングス復号部2001の復号処理は第5の実施形態におけるランレングス符号化部1801での符号化処理と対をなすものである。

10

【0192】

スイッチ2002は色数判定部1301から出力される色数Ncが1である場合に端子b側に接続する。このとき、ランレングス復号部1801で復号したRL個のXaの出力が行われている間はb側に維持し、RL個のXaを出力し終わると、端子aに接続する。

【0193】

< 第6の実施形態の変形例 >

図21は上記第6の実施形態の処理をソフトウェアで実現する場合の処理手順を示すフローチャートである。ソフトウェアで実現する場合の装置構成は、第1の実施形態の変形例を参照した図14と同じであるのでその説明は省略し、その装置上で実行する復号アプリケーションの処理手順を説明する。

20

【0194】

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がこれを実行するものである。ソフトウェアでもって実現する場合、図20に示した各処理部に相当する処理は、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20の各処理部の名前をそのまま使用する。

【0195】

信号線1107から復号対象となる符号化データが符号バッファ1101に入力されると、ヘッダ解析部1102は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(ステップS2101)。次いで、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に設定し(ステップS2102)、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S2103)。(x、y)座標に位置する画素に着目し、色数判定部1301により復号済みの周囲画素Xa乃至Xdを参照して色数Ncを求める(ステップS2104)。色数Ncが1である場合(YES)にはステップS2114へと処理を移し、それ以外の場合(NO)にはステップS2106へと処理を移す(ステップS2105)。このステップS2105の判定がYESの場合にはスイッチ2002が端子bに接続され、NOの場合には端子aに接続される。

30

【0196】

ステップS2106では近傍一致情報復号部1705により、周囲4画素との一致/不一致、及び一致していればその近傍画素を特定するベクトル情報を復号する。そして、復号して得られたベクトル情報と色数Ncとは異なる値であればベクトル情報に応じてXa乃至Xdのいずれかを選択して出力する。また、ベクトル情報と色数Ncが等しいか否かを表す情報を近傍画素状態情報として信号線1108に出力する。この信号線1108が“1”であるか否かを判断し(ステップS2107)、“1”である場合(YES)には成分値予測符号化データ復号部1704により画素のC、M、Y、K各成分について予測符号化データからの成分値の復号処理を行う(ステップS2108)。また、信号線1108が“0”である場合にはスイッチ1106を端子aに接続し、“1”である場合には端子bに接続して、近傍一致情報復号部1705もしくは成分値予測符号化データ復号部1704から出力される画素値を、スイッチ1106、2002を介して信号線1110から位置(x、y)の復号画素値として出力する(ステップS2109)。

40

50

## 【 0 1 9 7 】

次に、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 S 2 1 1 0）、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 S 2 1 0 4 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 S 2 1 1 2 へと処理を移す。

## 【 0 1 9 8 】

一方、ステップ S 2 1 1 4 に処理が移ると、ランレングス復号部 2 0 0 1 の内部にてランレングス  $RL$  が復号される。復号した  $RL$  を 0 と比較して（ステップ S 2 1 1 5）、 $RL = 0$  である場合（YES）にはステップ S 2 1 0 6 に処理を移す。この場合、スイッチ 2 0 0 2 は端子  $b$  から端子  $a$  へと接続変更される。また、 $RL = 0$  である場合（NO）、スイッチ 2 0 0 2 を介して信号線 1 1 1 0 から、位置  $(x, y)$  の復号画素値として  $X_a$  を出力する（ステップ S 2 1 1 6）。そして、カウンタ  $RL$  から 1 を減じ（ステップ S 2 1 1 7）、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 S 2 1 1 8）。そして、ステップ S 2 1 1 9 にて、カウンタ  $x$  と画像の水平方向画素数  $W$  と比較する。比較結果、 $x < W$  であれば（YES）処理をステップ S 2 1 1 5 へと戻し、 $x = W$  であればステップ S 2 1 1 2 へと処理を移す。

## 【 0 1 9 9 】

上記のようにして、1 ライン分の復号処理が終了すると、ステップ S 2 1 1 2 において、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、ステップ S 2 1 1 3 にて画像の垂直方向画素数  $H$  と比較する。 $y < H$  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うことになる。また、 $y = H$  である場合には、画像全体の復号処理が完了したことを意味するので、本復号処理を終了する。

## 【 0 2 0 0 】

以上の動作により、第 6 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 2 0 1 】

本発明は、上述した各実施の形態に限定されるものではない。以下にその応用例を説明する。

## 【 0 2 0 2 】

第 3 から 6 の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、並びに、一致する場合にはその近傍画素の位置を特定するベクトル情報を符号化した。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 1 5 (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（ベクトル情報と  $N_c$  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。

## 【 0 2 0 3 】

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。

## 【 0 2 0 4 】

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、異な

10

20

30

40

50

るアルゴリズムの符号化技術を適用しても構わない。

【0205】

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。

【0206】

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も良い。

【0207】

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。

【0208】

また、カラー画像の表色空間としてRGB画像、CMYK画像の符号化を例に説明したが、Labや、YCrCb画像など、複数成分から成る画像データであれば適用可能であるので、上記実施形態によって本願発明が限定されるものでもない。また、画像データの入力順序としてラスタースキャン順に入力される例について説明したが、画像を所定のライン数からなるバンドに分解し、バンド単位で垂直方向を優先して走査するような方法に適用しても構わない。このような場合にはその走査方法に合わせて、符号化済みの画素から参照画素を設定するなど変更すればよい。

【0209】

また、上述の実施形態では、符号化装置と復号装置を別の実施例として説明したが、一つの機器にこれら2つの機能を備え、共通部分を統合しても構わないことは言うまでもない。

【0210】

更に、本発明は、複数の機器（例えば、ホストコンピュータ、インタフェース機器、リーダ、プリンタ等）から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる装置（例えば、複写機、ファクシミリ装置等）に適用してもよい。

【0211】

また、上記実施形態の説明からも明らかなように、本発明は、パーソナルコンピュータ等の汎用情報処理装置上で実行するソフトウェアにも適用可能である。また、通常、ソフトウェア（アプリケーションを含む）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、その記憶媒体をコンピュータにセットし、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から、当然、そのようなコンピュータ可読記憶媒体も本発明の範疇にあるのは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【0212】

【図1】第1の実施形態に係る画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図2】従来の画像処理装置のブロック図である。

【図3】符号化対象画素xに対する周辺画素a、b、cの位置を示す図である。

【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。

【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】近傍一致情報と符号語の対応を示す図である。

【図8】画素符号化データの構成を示す図である。

【図9】本画像処理装置の出力符号列の構成を示す図である。

【図10】第1の実施形態の画像処理装置による符号化対象画像データの符号化処理の流れを示すフローチャートである。

【図11】第2の実施形態に係る画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図12】第2の実施形態の画像処理装置による復号処理の流れを示すフローチャートで

10

20

30

40

50



ある。

【図 1 3】第 3 の実施形態に係る画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図 14】各実施形態におけるソフトウェアで符号化、復号する際の装置構成図である。

【図 15】第 3、第 5 の実施形態に係る画像処理装置において、近傍一致情報の符号化に用いる符号表を示す図である。

【図 16】Golomb符号の例を示す図である。

【図 17】第 4 の実施形態に係る画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図 18】第 5 の実施形態に係る画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。

【図 19】第 5 の実施形態の画像処理装置による符号化対象画像データの符号化処理の流れを示すフローチャートである。

【図 20】第 6 の実施形態に係る画像処理装置の機能構成を示すブロック図である。

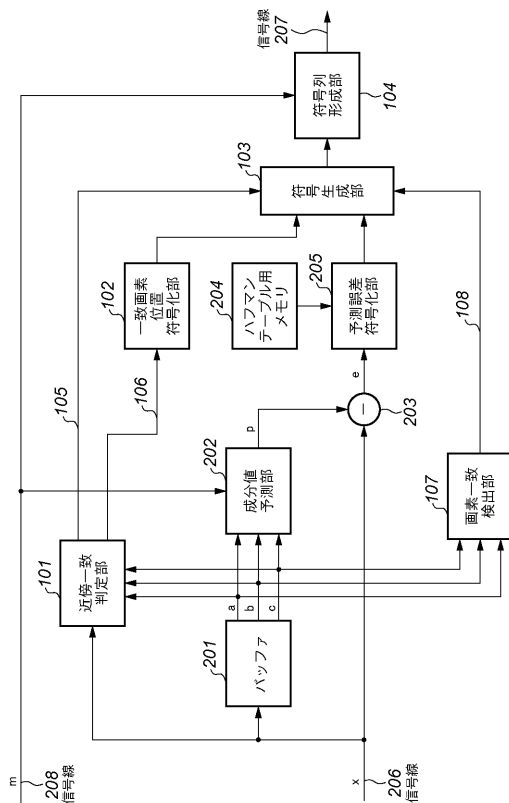
【図 2 1】第 6 の実施形態の画像処理装置による復号処理の流れを示すフローチャートである。

【図 2 2】第 3 の実施形態の画像処理装置による符号化対象画像データの符号化処理の流れを示すフローチャートである。

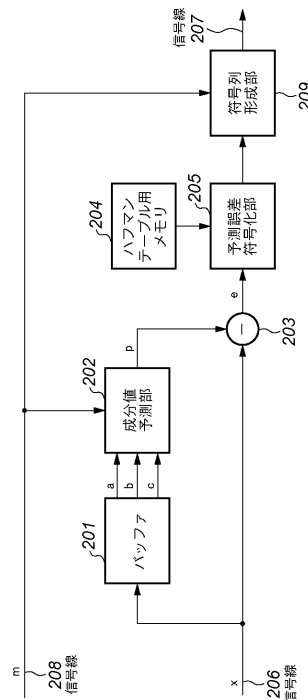
【図 2 3】第 4 の実施形態の画像処理装置による復号処理の流れを示すフローチャートである。

10

【 図 1 】



【圖 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~-4096,4096~8191
14	-16383~-8192,8192~16383
15	-32767~-16384,16384~32767
16	32768

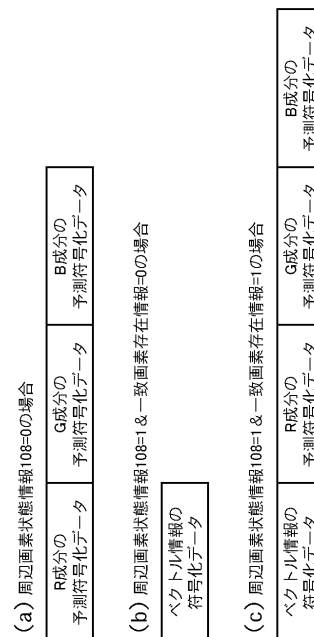
【図 6】

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	0
1	10
2	110
3	111

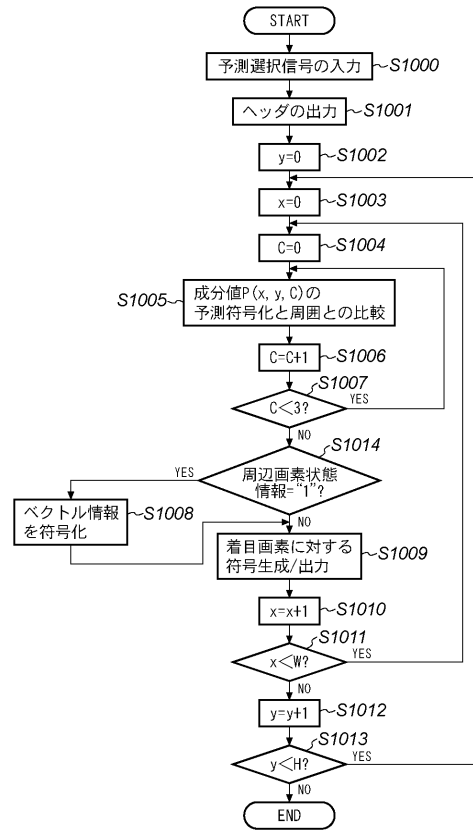
【図 8】



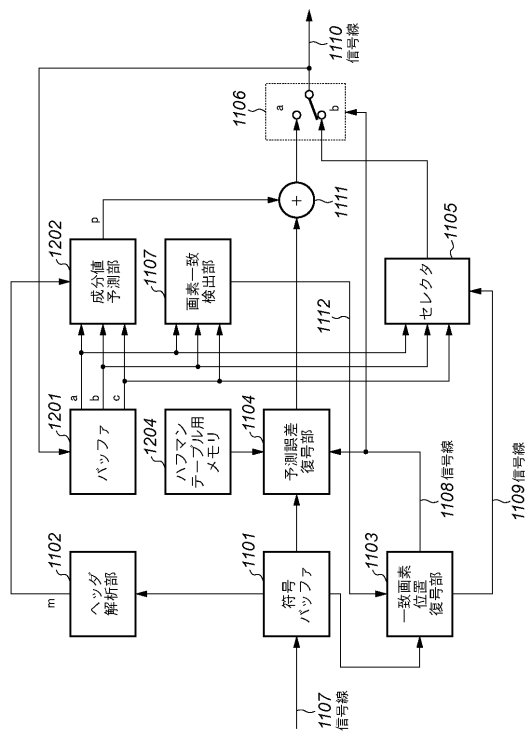
【 図 9 】



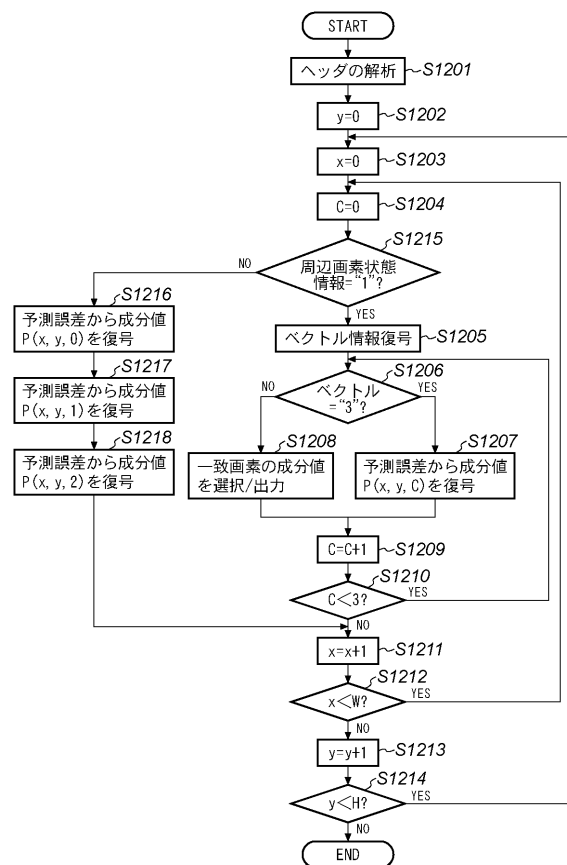
【 図 1 0 】



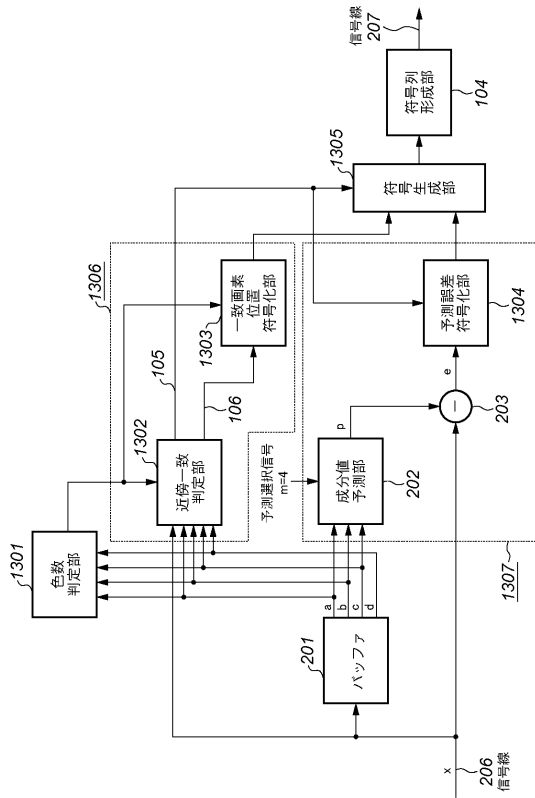
【 図 1 1 】



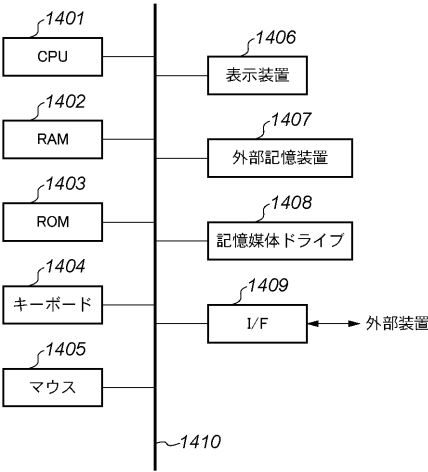
【圖 12】



【図 13】



【図 14】



【図 15】

ベクトル情報	符号語
0	1
1	0

ベクトル情報	符号語
0	1
1	01
2	00

ベクトル情報	符号語
0	01
1	001
2	000
3	1

(a)  $N_c=1$ の場合

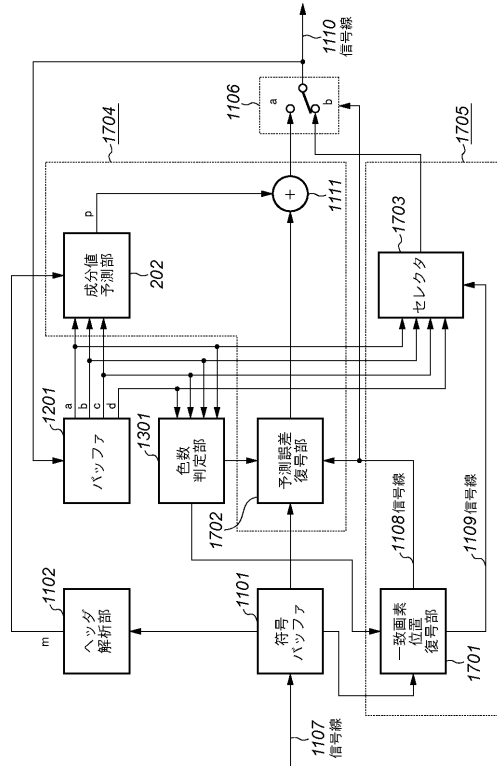
(b)  $N_c=2$ の場合

(c)  $N_c=3$ の場合

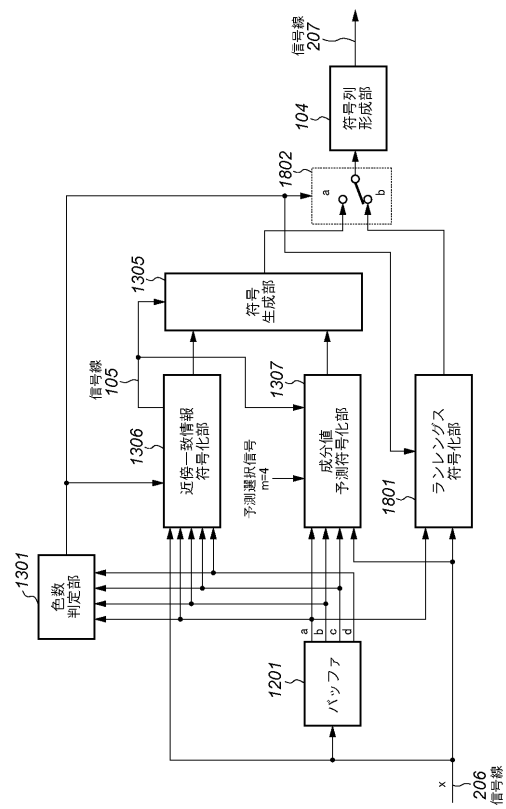
【図 16】

$\frac{k}{V}$	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		0001	1	01	01	1	101
6	0000001		00001	0	01	10	1	110
7	00000001		0001	1	01	11	1	111
8	000000001		00001	0	001	00	01	000

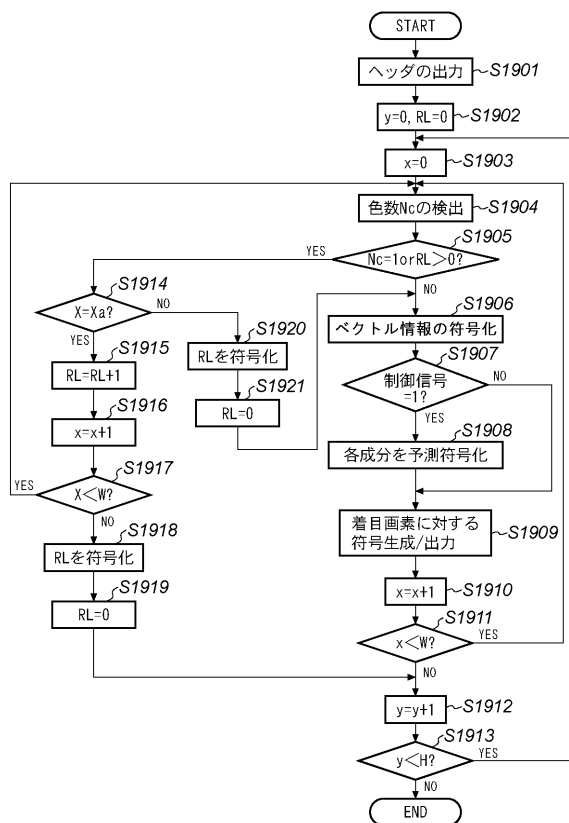
【図 17】



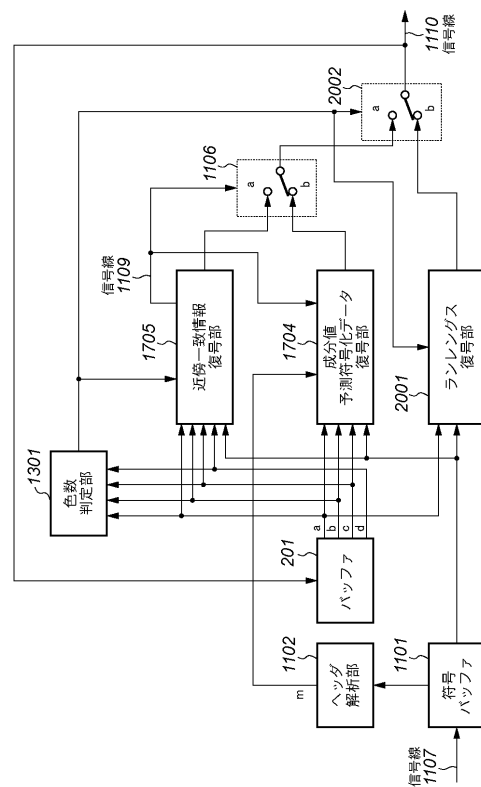
【図 18】



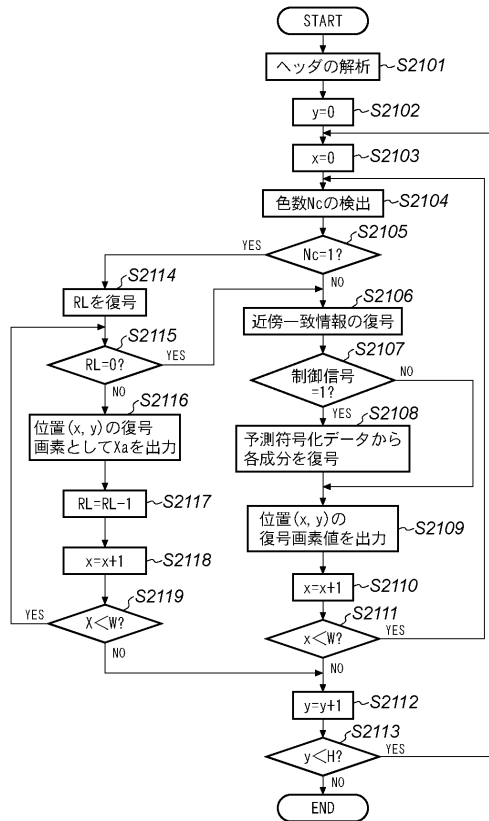
【図 19】



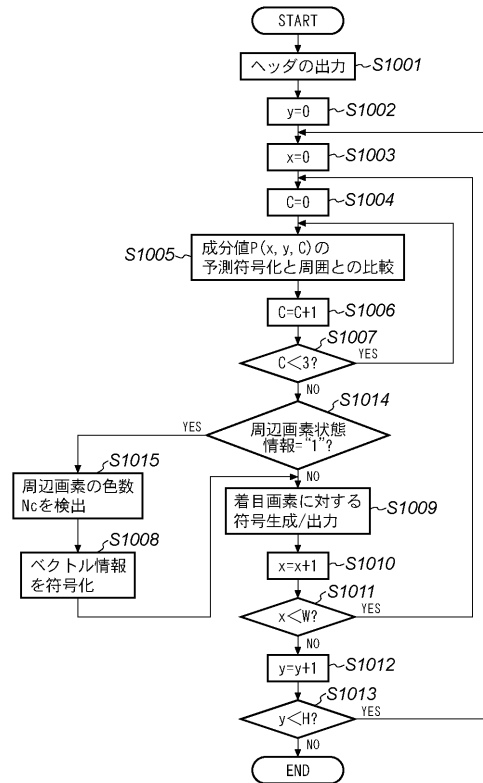
【図 20】



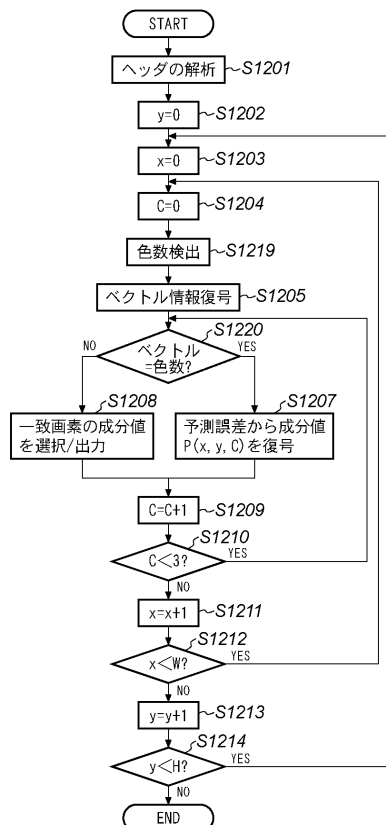
【図 2 1】



【図 2 2】



【図 2 3】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 4 N 11/04 (2006.01) H 0 4 N 11/04 A

(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

審査官 堀井 啓明

(56)参考文献 特開昭63-172588(JP,A)  
特開2000-244935(JP,A)  
特開昭64-059471(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
H 0 4 N 1 / 4 1 - 1 / 4 1 9  
H 0 4 N 7 / 1 2 - 7 / 1 3 7