(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3687159号
(P3687159)
(45)発行日　平成17年8月24日(2005.8.24)　(24)登録日　平成17年6月17日(2005.6.17)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H04N 11/04　H04N 11/04　Z

請求項の数 4　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平7-314906
(22)出願日　平成7年11月9日(1995.11.9)
(65)公開番号　特開平9-135462
(43)公開日　平成9年5月20日(1997.5.20)
審査請求日　平成14年9月30日(2002.9.30)

(73)特許権者　000001443
カシオ計算機株式会社
東京都渋谷区本町１丁目６番２号
(72)発明者　萬　敏春
東京都羽村市栄町３丁目２番１号　カシオ計算機株式会社　羽村技術センター内

審査官　松永　隆志

(56)参考文献　特開平０７－１９３８１２（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０８３５６７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２２００８２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H04N 11/00-11/22

(54)【発明の名称】画像圧縮・復元装置及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

画像記憶手段と、

画像を定義するディジタル輝度信号とディジタル色差信号とを供給する信号供給手段と、

前記画像上に画像の中央から離れるに従って高い圧縮率が割り付けられた複数の領域を設定する領域設定手段と、

前記領域設定手段の設定に従って、前記信号供給手段から供給される前記ディジタル色差信号を対応する圧縮率で圧縮する圧縮手段と、

前記圧縮手段により圧縮されたディジタル色差信号と前記ディジタル輝度信号を前記画像記憶手段に記憶させる記憶制御手段と、

を備えることを特徴とする画像圧縮装置。

【請求項２】

前記圧縮手段は、前記画像の各領域で前記圧縮率に応じて定められた数の複数画素に対応するディジタル色差信号を平均化する演算手段を含み、

前記記憶制御手段は、前記複数画素分のディジタル輝度信号に対して前記演算手段で平均化した１画素分のディジタル色差信号を前記画像記憶手段に書き込む書き込み手段を含む、

ことを特徴とする請求項１に記載の画像圧縮装置。

【請求項３】

前記画像記憶手段に記憶された前記ディジタル色差信号を復元し、前記ディジタル輝度信号と共に出力装置に供給する手段とを更に備える、ことを特徴とする請求項１又は２に記載の画像圧縮・復元装置。

【請求項４】

画像を定義するディジタル輝度信号とディジタル色差信号とを生成し、

前記ディジタル輝度信号と前記ディジタル色差信号の前記画像上の位置が前記画像上の中央及びそこから離れる方向に設定した複数の領域のいずれかを判別し、

判別した領域が前記画像の中央から離れるに従って高い圧縮率で前記ディジタル色差信号を圧縮し、

前記ディジタル輝度信号と圧縮されたディジタル色差信号を記憶素子に記憶させる、

ことを特徴とする画像圧縮方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

この発明は、画像データの圧縮・復元装置及び方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

データの圧縮方法には、同一のデータを復元できる可逆性の方法と、同一のデータを復元できない非可逆性の方法がある。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

可逆性の圧縮方法は、主として同一データの繰り返し（冗長性）を取り除くことにより、データを圧縮する。このため、冗長性の少ない画像データはあまり圧縮できなく、画像毎に圧縮率にばらつきが生じてしまう。

また、非可逆性の圧縮方法は、画像データ全体を一様に圧縮するため、圧縮率を上げるに従って画像が劣化してしまう。

【０００４】

この発明は、上記実状に鑑みてなされたもので、画質の劣化が小さく、かつ、一定の圧縮率が得られる画像圧縮・復元装置及び方法を提供することを目的とする。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

上記目的を解決するため、この発明の画像圧縮装置は、画像記憶手段と、画像を定義するディジタル輝度信号とディジタル色差信号とを供給する信号供給手段と、前記画像上に画像の中央から離れるに従って高い圧縮率が割り付けられた複数の領域を設定する領域設定手段と、前記領域設定手段の設定に従って、前記信号供給手段から供給される前記ディジタル色差信号を対応する圧縮率で圧縮する圧縮手段と、前記圧縮手段により圧縮されたディジタル色差信号と前記ディジタル輝度信号を前記画像記憶手段に記憶させる記憶制御手段と、を備えることを特徴とする。

【０００６】

また、この発明の画像圧縮方法は、画像を定義するディジタル輝度信号とディジタル色差信号とを生成し、前記ディジタル輝度信号と前記ディジタル色差信号の前記画像上の位置が前記画像上の中央及びそこから離れる方向に設定した複数の領域のいずれかを判別し、判別した領域が前記画像の中央から離れるに従って高い圧縮率で前記ディジタル色差信号を圧縮し、前記ディジタル輝度信号と圧縮されたディジタル色差信号を記憶素子に記憶させる、ことを特徴とする。

【０００７】

画像の周辺部分は注視度が低い。従って、上記構成のように画像上の位置に応じて圧縮率を変化させ、例えば、周辺部分の圧縮率を高めることにより、復元した際の画質を実質的に低下させることなく、画像を圧縮することができる。

また、人間の視覚は、輝度信号の変化には敏感に反応するが、色差信号の変化には比較的

鈍感である。このため、この発明では、ディジタル色差信号を圧縮する。
【０００８】
ディジタル色差信号の圧縮は、画像の中央から離れるに従って高い圧縮率となるように行われる。
前記圧縮は、例えば、複数画素に対応する複数のディジタル色差信号を平均化することにより行われる。
【０００９】
圧縮されたディジタル色差データを復元し、前記ディジタル輝度データと復元したディジタル色差データとを表示装置に供給し、画像を表示するようにしてもよい。
【００１０】
【発明の実施の形態】
以下、本発明の実施の形態にかかる画像圧縮・復元装置について図面を参照して説明する。
一般に、人間の視覚は画像の中心部分を注目し、中心部分から周辺部分に向かうに従って注目度は低下する。また、人間の視覚は、輝度信号に対しては非常に敏感だが、色差信号に対しては比較的鈍感である。従って、画像の周辺部分の色差信号の圧縮率を高めることにより、画質に比較的悪影響を与えることなく、一画面を構成する画像のデータ量を少なくすることができる。
【００１１】
この人間の視覚特性に注目し、この実施の形態の画像圧縮・復元装置は、図２に示すように、各画像を３つの領域Ｄ１～Ｄ３に仮想的に分割する。そして、領域Ｄ１、Ｄ２，Ｄ３の順に圧縮率を高めて色差信号のみを圧縮し、輝度信号は圧縮せず、高画質を維持しつつ画像データの圧縮を達成する。
【００１２】
このような圧縮方法を実現するため、この実施の形態にかかる画像データ圧縮・復元装置は、図１に示すように、画像入力部１１と、Ａ／Ｄ変換部１２と、フレームメモリ１３と、信号処理部１４と、画像記憶部１５と、Ｄ／Ａ変換部１６と、表示装置１７と、制御記憶部１８とから構成される。
【００１３】
画像入力部１１は、例えば、ＮＴＳＣ方式のテレビカメラ等から構成され、１／３０秒に１コマの割合で画像を撮影し、ＮＴＳＣ方式のアナログ輝度信号Ｙとアナログ色差信号Ｒ－Ｙ、Ｂ－Ｙを順次出力する。
Ａ／Ｄ変換部１２は、画像入力部１１から出力されたアナログ輝度信号Ｙとアナログ色差信号Ｒ－Ｙ、Ｂ－Ｙとを４ビットのディジタル信号に変換して出力する。アナログ輝度信号Ｙのサンプリング周波数はアナログ色差信号Ｒ－Ｙ、Ｂ－Ｙのサンプリング周波数の２倍に設定されている。
【００１４】
フレームメモリ１３は、Ａ／Ｄ変換部１２から供給されるディジタル映像信号（アナログ輝度信号Ｙとアナログ色差信号Ｒ－Ｙ、Ｂ－Ｙ）を少なくとも１フレーム分記憶する容量を有し、供給されたディジタル映像信号を記憶する。
【００１５】
信号処理部１４は、ＤＳＰ（ディジタルシグナルプロセッサ）等から構成され、フレームメモリ１３から読み出したディジタル輝度信号Ｙとディジタル色差信号Ｒ－Ｙ、Ｂ－Ｙとを圧縮して画像記憶部１５に格納する。また、信号処理部１４は、画像記憶部１５に格納されている圧縮画像データを読み出して復元し、Ｄ／Ａ変換部１６に供給する。
【００１６】
画像記憶部１５は、ハードディスク装置、光ディスク装置等から構成され、圧縮された画像データを記憶する。
Ｄ／Ａ変換部１６は、信号処理部１４から供給される、復元された映像データ（輝度信号Ｙ、色差信号Ｂ－Ｙ，Ｒ－Ｙ）をアナログ信号に変換する。

表示装置１７はＮＴＳＣ方式のテレビジョン装置等から構成され、Ｄ／Ａ変換部１６から供給される映像信号（輝度信号Ｙ、色差信号Ｂ－Ｙ，Ｒ－Ｙ）に基づいて画像を表示する。

【００１７】

制御記憶部１８は信号処理部１４に接続され、信号処理部１４の圧縮・復元動作を制御するためのプログラム及び図２に示す領域Ｄ１～Ｄ３を定義する座標データ（X_1，Y_1）～（X_4，Y_4）を記憶する。

【００１８】

次に、このような構成の画像圧縮・復元装置による画像の圧縮処理及び復元処理について説明する。

【００１９】

画像入力部１１は、例えば１／３０秒に１コマの割合で画像を撮影し、ＮＴＳＣ方式のアナログ輝度信号Ｙとアナログ色差信号Ｒ－Ｙ、Ｂ－Ｙを順次出力する。

Ａ／Ｄ変換部１２は、供給されたアナログ輝度信号とアナログ色差信号を所定のタイミングでサンプリングして、それぞれ４ビットのディジタル輝度データとディジタル色差データに変換して出力する。色差信号Ｒ－Ｙ、Ｂ－Ｙのサンプリング周波数は輝度信号Ｙのサンプリング周波数の１／２に設定されており、Ａ／Ｄ変換部１２は、連続する２つの画素の２つの輝度データY_0，Y_1と、１つの画素の色差データで連続するもう１つの画素と共用する色差データ｛$(R-Y)_0$，$(B-Y)_0$｝を出力する。ここで、色差データのサンプル数を輝度データのサンプル数よりも小さくしているのは、人間の視覚特性を考慮してデータ量を少なくするためである。

【００２０】

フレームメモリ１３は、Ａ／Ｄ変換部１２より供給される連続する２画素分のディジタル輝度データY_0、Y_1と１画素分のディジタル色差信号$(R-Y)_0$、$(B-Y)_0$とを、図３に示すように規則的に記憶する。

信号処理部１４は、フレームメモリ１３のアドレスを指定して、各２画素の画像データを読み出し、その画素が属す領域に応じて、該画像データを圧縮し、画像記憶部１５に格納する。

【００２１】

この圧縮処理を図４に示すフローチャートを参照して説明する。

新たな画像フレームの圧縮する場合、信号処理部１４はフレームメモリ１３の読み出し位置を示す読み出しポインタと、画像記憶部１５の書き込み位置を示す書き込みポインタを初期化する（ステップＳ１）。次に、読み出しポインタで指示された画素が１フレーム上の領域Ｄ１～Ｄ３のいずれに属するのかを判別する（ステップＳ２、Ｓ３）。

【００２２】

先ず、ステップＳ２において、読み出しポインタが指示する画素のＸ座標とＹ座標とが数１を充足するか否かを判別し、充足する場合は領域Ｄ１であると判断して、フローはステップＳ４に進む。ステップＳ４では、読み出しポインタで示される位置から図６（Ａ）に示す２バイトのデータ、即ち、ディジタル輝度データY_0、Y_1とディジタル色差信号$(R-Y)_0$、$(B-Y)_0$とを読み出し、そのまま、画像記憶部１５の書き込みポインタが指示する位置に図６（Ｂ）に示すように書き込む。

【００２３】

【数１】

$X_2 \leqq X \leqq X_3$、且つ、$Y_2 \leqq Y \leqq Y_3$

【００２４】

続いて、次の画素の処理を行うために、読み出しポインタと書き込みポインタをそれぞれ＋２バイト分更新し（ステップＳ５）、ステップＳ２にリターンする。

【００２５】

一方、ステップＳ２において、読み出しポインタが指示する画素のＸ座標とＹ座標とが数１を充足しないと判断された場合は、フローはステップＳ３に進む。ステップＳ３におい

て、読み出しポインタが指示する画素のＸ座標とＹ座標とが数２を充足するか否かを判別し、充足する場合は領域Ｄ２であると判断して、フローはステップＳ６に進む。

【００２６】

【数２】

$X_1 \leqq X \leqq X_4$、且つ、$Y_1 \leqq Y \leqq Y_4$

【００２７】

ステップＳ６では、フレームメモリ１３の読み出しポインタで指示される位置から、図７（Ａ）に示すように、４バイトのデータ、即ち、ディジタル輝度データY_0、Y_1、Y_2、Y_3とディジタル色差信号$(R-Y)_0$、$(B-Y)_0$、$(R-Y)_1$、$(B-Y)_1$とを読み出す。

【００２８】

次に、信号処理部１４は、読み出した２つのディジタル色差信号$(R-Y)_0$と$(R-Y)_1$との平均$(R-Y)_{av}$、及び$(B-Y)_0$と$(B-Y)_1$との平均$(B-Y)_{av}$を計算する（ステップＳ７）。さらに、信号処理部１４は、計算結果に基づいて、ディジタル輝度データY_0～Y_3と平均色差信号$(R-Y)_{av}$、$(B-Y)_{av}$を画像記憶部１５の書き込みポインタが示す位置に図７（Ｂ）に示すように書き込む（ステップＳ８）。

【００２９】

続いて、次の画素の処理を行うために、読み出しポインタを＋４バイト分更新し、書き込みポインタを＋３バイト分更新し（ステップＳ９）、ステップＳ２にリターンする。

【００３０】

一方、ステップＳ３において、画素ポインタが指示する画素のＸ座標とＹ座標とが数２を充足しないと判断された場合、読み出しポインタが指示する位置は領域Ｄ３であり、フローはステップＳ１０に進む。

ステップＳ１０では、フレームメモリ１３の読み出しポインタで指示される位置から、図８（Ａ）に示す６バイトのデータ、即ち、連続する６画素のディジタル輝度データY_0～Y_5とディジタル色差信号$(R-Y)_0$、$(B-Y)_0$、$(R-Y)_1$、$(B-Y)_1$、$(R-Y)_2$、$(B-Y)_2$とを読み出す。

【００３１】

次に、信号処理部１４は、読み出した色差信号$(R-Y)_0$と$(R-Y)_1$と$(R-Y)_2$との平均$(R-Y)_{av}$、及び$(B-Y)_0$と$(B-Y)_1$と$(B-Y)_2$との平均$(B-Y)_{av}$を計算する（ステップＳ１１）。信号処理部１４は、計算結果に基づいて、ディジタル輝度データY_0～Y_5と平均色差信号$(R-Y)_{av}$、$(B-Y)_{av}$を書き込みポインタが示す位置に図８（Ｂ）に示すように書き込む（ステップＳ１２）。

【００３２】

続いて、１フレーム分の全ての映像データについて処理を終了したか否かを判別し（ステップＳ１３）、終了したら、圧縮処理を終了する。また、読み出しポインタが最後の画素を指示していない場合には、次の画素の処理を行うために、読み出しポインタを＋３バイト分更新し、書き込みポインタを＋４バイト分更新し（ステップＳ１４）、ステップＳ２にリターンする。

【００３３】

このような処理を繰り返すことにより、画像記憶部１５には、非圧縮状態の領域Ｄ１の画像データと、２つの色差データが平均された領域Ｄ２の画像データと、３つの色差データが平均された領域Ｄ３の画像データとが記憶される。即ち、画像の中で、人間の視覚に訴えることの少ない周辺部の色差信号が圧縮されて記憶される。

【００３４】

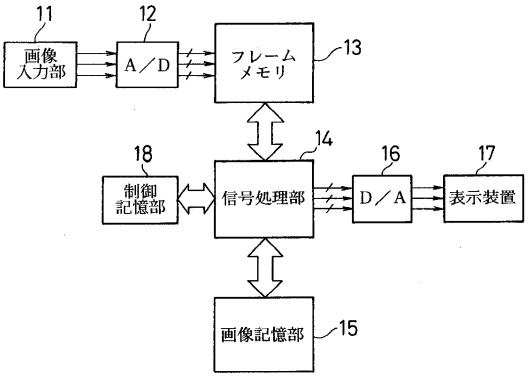
次に、上記の圧縮処理により圧縮された画像データを復元して表示する処理を図５を参照して説明する。

まず、信号処理部１４は画像記憶部１５の読み出し位置を示す読み出しポインタを初期化する（ステップＴ１）。次に、読み出しポインタＲＰで指示された位置に記憶されたデータが領域Ｄ１～Ｄ３のいずれの領域に属す画素のデータであるかを判別する（ステップＴ

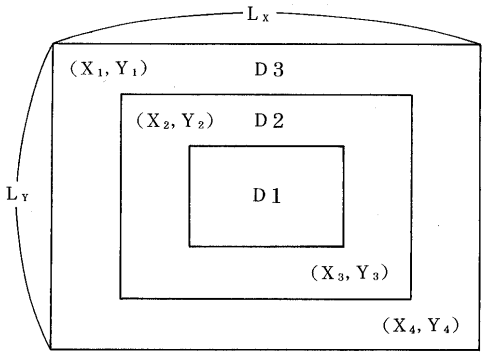
２）。
【００３５】
例えば、ＲＰ≦（L_X×（Y_1－１）＋X_1－１）×４／３で表されるアドレス位置のデータは、領域Ｄ３の画素のデータである。
また、（L_X×（Y_1－１）＋X_1－１）×４／３＜ＲＰ＜（L_X×（Y_1－１）＋X_1－１）×４／３＋（X_4－X_1）×３／２で表されるアドレス位置のデータは、領域Ｄ２の画素のデータである。
そこで、画像のサイズ及び領域設定データ（X_1，Y_1）～（X_4，Y_4）に基づいて、予めどのアドレス範囲のデータが元の画像のどの領域に対応するかを求めておき、ステップＴ２での判別に使用する。
【００３６】
読み出しポインタＲＰが指示する位置のデータが領域Ｄ１の画素のデータであると判断された場合、ステップＴ３において、読み出しポインタで示される位置の２バイトのデータを読み出す。これらのデータは図６（Ｂ）に示すように、２つの画素の輝度データY_0、Y_1と色差データ（Ｒ－Ｙ）$_0$、（Ｂ－Ｙ）$_0$を含む。信号処理部１４は、これらのデータから図６（Ｃ）に示すように、第１の画素の輝度Y_0と色差データ（Ｒ－Ｙ）$_0$、（Ｂ－Ｙ）$_0$、第２の画素の輝度Y_1と色差データ（Ｒ－Ｙ）$_0$、（Ｂ－Ｙ）$_0$とを復元し、順次Ｄ／Ａ変換部１６に供給する（ステップＴ４）。Ｄ／Ａ変換部１６はこれらのデータをアナログ信号に変換し、表示装置１７に供給する。
【００３７】
続いて、読み出しポインタＲＰを＋２（バイト）して、次の読み出し位置を指定し（ステップＴ５）、ステップＴ２にリターンする。
【００３８】
ステップＴ２で、読み出しポインタＲＰが指示する位置のデータが領域Ｄ２に対応していると判断された場合、ステップＴ３において、読み出しポインタで示される位置のバイトデータと次のバイトデータ、計３バイトのデータを読み出す。これらのデータは図７（Ｂ）に示すように、４つの画素の輝度Y_0～Y_3とこれらの画素の平均的な色差（Ｒ－Ｙ）$_{av}$、（Ｂ－Ｙ）$_{av}$を含む。信号処理部１４は、図７（Ｃ）に示すように、これらのデータから第１の画素の輝度Ｙ０と色差データ（Ｒ－Ｙ）$_{av}$、（Ｂ－Ｙ）$_{av}$、第２の画素の輝度Y_1と色差データ（Ｒ－Ｙ）$_{av}$と（Ｂ－Ｙ）$_{av}$、第３の画素の輝度Y_2と色差データ（Ｒ－Ｙ）$_{av}$と（Ｂ－Ｙ）$_{av}$、及び第４の画素の輝度Y_3と色差データ（Ｒ－Ｙ）$_{av}$と（Ｂ－Ｙ）$_{av}$とを復元し、順次Ｄ／Ａ変換部１６に供給する（ステップＴ７）。Ｄ／Ａ変換部１６はこれらのデータをアナログ信号に変換し、表示装置１７に供給する。
【００３９】
続いて、読み出しポインタＲＰを＋３（バイト）して、次の読み出し位置を指定し（ステップＴ８）、ステップＴ２にリターンする。
【００４０】
ステップＴ２において、読み出しポインタＲＰが指示する位置のデータが領域Ｄ３に対応していると判断された場合、ステップＴ９において、読み出しポインタＲＰで示される位置の４バイトのデータを読み出す。これらのデータは図８（Ｂ）に示すように、６つの画素の輝度Y_0～Y_5とこれらの画素の平均的な色差（Ｒ－Ｙ）$_{av}$、（Ｂ－Ｙ）$_{av}$を含む。信号処理部１４は、これらのデータから図８（Ｃ）に示すように、第１の画素の輝度Y_0と色差データ（Ｒ－Ｙ）$_{av}$、（Ｂ－Ｙ）$_{av}$～第６の画素の輝度Y_5と色差データ（Ｒ－Ｙ）$_{av}$と（Ｂ－Ｙ）$_{av}$とを復元し、順次Ｄ／Ａ変換部１６に供給する（ステップＴ１０）。Ｄ／Ａ変換部１６はこれらのデータをアナログ信号に変換し、表示装置１７に供給する。
【００４１】
続いて、全てのデータの復元処理が終了したか否かを判別する（ステップＴ１１）。終了したと判断された場合は、処理を終了する。
一方、全てのデータの復元処理が終了していないと判断された場合、読み出しポインタＲＰを＋４（バイト）して、次の読み出し位置を指定し（ステップ１２）、ステップＴ２に

リターンする。
【００４２】
このような復元処理を繰り返すことにより、各画素の画像データが順次復元され、これらが順次表示装置１７に供給され、表示される。画像の周辺部分の色は元の画像の色から劣化するが、人間の視覚がこれらの領域をあまり注目しないため、画像の劣化はほとんど認識できない。
【００４３】
なお、この発明は上記実施の形態に限定されず、種々の変形及び応用が可能である。
例えば、図６（Ｂ）、図７（Ｂ），図８（Ｂ）に示す圧縮データから図６（Ｃ）、図７（Ｃ），図８（Ｃ）に示すデータに復元し、これをフレームメモリ１３に一旦格納し、これを順次読み出してＤ／Ａ変換部１６に供給することにより、画像を表示しても良い。
【００４４】
上記実施の形態においては、画面を３つの領域Ｄ１～Ｄ３に分割したが、より多くの領域に分割してもよい。各領域の形状も方形に限定されず、図９に示す楕円形等でもよい。
【００４５】
また、上記実施の形態においては、Ａ／Ｄ変換部１２のアナログ輝度信号のサンプリング周波数をアナログ色差信号のサンプリング周波数の２倍に設定しているが、両信号のサンプリング周波数は等しくても良い。
【００４６】
また、上記実施の形態においては、ＮＴＳＣ方式の映像信号を例にこの発明を説明したが、この発明は他の映像信号にも適用可能である。例えば、ＰＡＬ方式の映像信号、ＲＧＢ輝度信号等を同様の手法で圧縮し・復元してもよい。
【００４７】
上記実施の形態においては、画像圧縮装置と復元装置を一体化した装置について説明したが、圧縮装置と復元装置を別体としてもよい。また、記憶装置１５を、例えば、コンパクトディスク、通信回線等に置換してもよい。
【００４８】
【発明の効果】
本発明によれば、画像の中央部分の信号はそのまま処理し、人間の視覚に訴えることの少ない周辺部分に向かって徐々に色差信号の圧縮率を高くすることにより、画質に実質的に悪影響を与えることなく、画像を一定の圧縮率で圧縮することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施の形態にかかる画像圧縮・復元装置の構成例を示すブロック図である。
【図２】画像の領域毎の圧縮率を説明するための図である。
【図３】フレームメモリに格納されるデータのフォーマットを示す図である。
【図４】圧縮処理のフローチャートである。
【図５】復元処理のフローチャートである。
【図６】領域Ｄ１の画像データの処理手順を示す図である。
【図７】領域Ｄ２の画像データの処理手順を示す図である。
【図８】領域Ｄ３の画像データの処理手順を示す図である。
【図９】領域設定の他の例を示す図である。
【符号の説明】
１１・・・画像入力部、１２・・・Ａ／Ｄ変換部、１３・・・フレームメモリ、１４・・・信号処理部、１５・・・画像記憶部、１６・・・Ｄ／Ａ変換部、１７・・・表示装置、１８・・・制御記憶部

【図１】



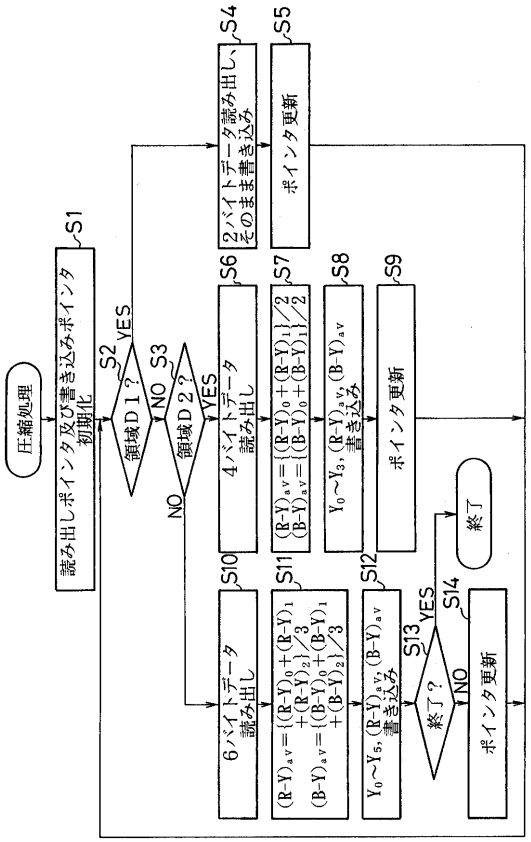
【図２】



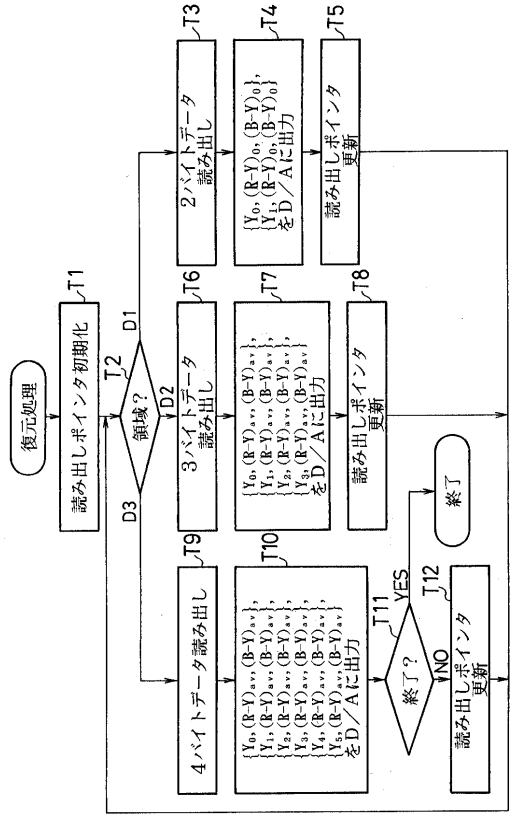
【図３】

←4ビット→	←4ビット→
Y_0	$(R-Y)_0$
Y_1	$(B-Y)_0$

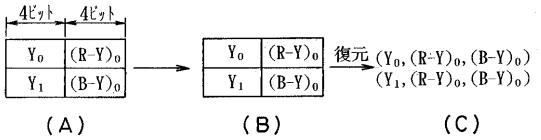
【図４】



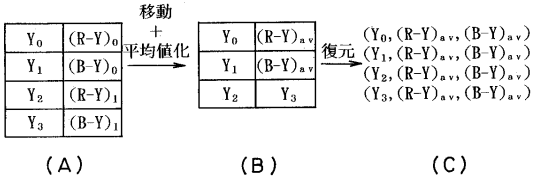
【図５】



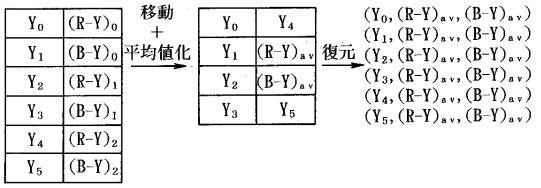
【図６】


4ビット
4ビット
Y_0 $(R-Y)_0$
Y_1 $(B-Y)_0$
復元
$(Y_0, (R-Y)_0, (B-Y)_0)$
$(Y_1, (R-Y)_0, (B-Y)_0)$
(A)
(B)
(C)

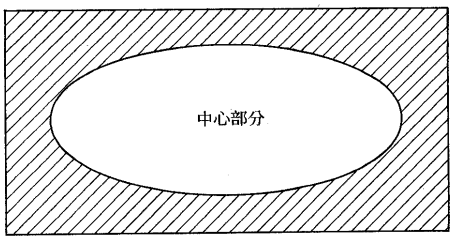
【図７】


Y_0 $(R-Y)_0$
Y_1 $(B-Y)_0$
Y_2 $(R-Y)_1$
Y_3 $(B-Y)_1$
移動
＋
平均値化
Y_0 $(R-Y)_{av}$
Y_1 $(B-Y)_{av}$
Y_2 Y_3
復元
$(Y_0, (R-Y)_{av}, (B-Y)_{av})$
$(Y_1, (R-Y)_{av}, (B-Y)_{av})$
$(Y_2, (R-Y)_{av}, (B-Y)_{av})$
$(Y_3, (R-Y)_{av}, (B-Y)_{av})$
(A)
(B)
(C)

【図８】


Y_0 $(R-Y)_0$
Y_1 $(B-Y)_0$
Y_2 $(R-Y)_1$
Y_3 $(B-Y)_1$
Y_4 $(R-Y)_2$
Y_5 $(B-Y)_2$
移動
＋
平均値化
Y_0 Y_4
Y_1 $(R-Y)_{av}$
Y_2 $(B-Y)_{av}$
Y_3 Y_5
復元
$(Y_0, (R-Y)_{av}, (B-Y)_{av})$
$(Y_1, (R-Y)_{av}, (B-Y)_{av})$
$(Y_2, (R-Y)_{av}, (B-Y)_{av})$
$(Y_3, (R-Y)_{av}, (B-Y)_{av})$
$(Y_4, (R-Y)_{av}, (B-Y)_{av})$
$(Y_5, (R-Y)_{av}, (B-Y)_{av})$
(A)
(B)
(C)

【図９】


中心部分