# 明細書

## 画像信号符号化装置、画像信号符号化方法、画像信号復号装置、画像信号復号方法及び記録媒体

### 技術分野

本発明は、画像信号符号化装置、画像信号符号化方法、画像信号復号装置、画像信号復号方法及び記録媒体に関する。特に、原画像とほぼ同一の復号画像が得られるように、画像の画素を間引いて圧縮符号化する画像信号符号化装置及び画像信号符号化方法、圧縮符号化された画像を復号する画像信号復号装置及び画像信号復号方法、圧縮符号化された画像を記録した記録媒体に関する。

### 背景技術

例えば、標準解像度又は低解像度の画像（以下、ＳＤ画像という。）を、高解像度の画像（以下、ＨＤ画像という。）に変換したり、また、画像を拡大したりする場合においては、いわゆる補間フィルタなどによって、不足している画素の画素値の補間（補償）が行われる。

しかしながら、補間フィルタによって画素の補間を行っても、ＳＤ画像に含まれていないＨＤ画像の成分（高周波成分）を復元することはできないため、高解像度の画像を得ることは困難であった。

そこで、本件出願人は、ＳＤ画像を、そこに含まれていない高周

波成分をも含むＨＤ画像に変換する画像変換装置（画像変換回路）を先に提案している。

この画像変換装置では、ＳＤ画像と、所定の予測係数との線形結合により、ＨＤ画像の画素の予測値を求める適応処理を行うことで、ＳＤ画像には含まれていない高周波成分を復元するようにしている。

具体的には、ＨＤ画像を構成する画素（以下、ＨＤ画素という。）の画素値ｙの予測値Ｅ[ｙ]を、ＳＤ画像を構成する画素（以下、ＳＤ画素という。）の幾つかの画素値（以下、学習データという。）$x_1$, $x_2$, ・・・と、所定の予測係数$w_1$, $w_2$, ・・・との線形結合により規定される線形１次結合モデルによって、求める。この場合、予測値Ｅ[ｙ]は、式１で表すことができる。

$$E[y]=w_1x_1+w_2x_2+\cdots \quad \cdots 式1$$

そこで、一般化するために、予測係数ｗの集合でなる行列Ｗを式２で、学習データの集合でなる行列Ｘを式３で、予測値Ｅ[ｙ]の集合でなる行列Ｙ’を式４で定義すると、式５のような観測方程式が成立する。

$$X=\begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \cdots & X_{mn} \end{bmatrix} \quad \cdots 式2$$

$$W=\begin{bmatrix} W_1 \\ W_2 \\ \cdots \\ W_n \end{bmatrix}$$

・・・式３

$$Y'=\begin{bmatrix} E[y_1] \\ E[y_2] \\ \cdots \\ E[y_m] \end{bmatrix}$$

・・・式４

$$XW=Y'$$

・・・式５

そして、この観測方程式に最小自乗法を適用して、ＨＤ画素の画素値ｙに近い予測値Ｅ［ｙ］を求めることを考える。この場合、教師データとなるＨＤ画素の真の画素値ｙの集合でなる行列Ｙを式６で、ＨＤ画素の画素値ｙに対する予測値Ｅ［ｙ］の残差ｅの集合でなる行列Ｅを式７で定義すると、

$$Y=\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \cdots \\ y_m \end{bmatrix}$$

・・・式６

$$E=\begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \cdots \\ e_m \end{bmatrix}$$

・・・式７

式５から、式８のような残差方程式が成立する。

$$XW=Y+E$$

・・・式８

この場合、ＨＤ画素の画素値ｙに近い予測値Ｅ[ｙ]を求めるための予測係数$w_i$は、式９に示す自乗誤差を最小にすることで求めることができる。

$$\sum_{i=1}^{m} e_i^2$$

・・・式９

したがって、上述の式９に示す自乗誤差を予測係数$w_i$で微分したものが０になる場合、すなわち、式１０を満足する場合に、予測係数$w_i$が、ＨＤ画素の画素値ｙに近い予測値Ｅ[ｙ]を求めるため最適値ということになる。

$$e_1\frac{\partial e_1}{\partial w_i}+e_2\frac{\partial e_2}{\partial w_i}+\cdots+e_m\frac{\partial e_m}{\partial w_i}=0 \quad (i=1, 2, \cdots, n)$$

・・・式１０

そこで、まず、式８を、予測係数$w_i$で微分することにより、式１１が成立する。

$$\frac{\partial e_i}{\partial w_1}=x_{i1}, \quad \frac{\partial e_i}{\partial w_2}=x_{i2}, \quad \cdots, \quad \frac{e_i}{\partial w_n}=x_{in} \quad (i=1, 2, \cdots, m)$$

・・・式１１

式１０及び式１１より、式１２が得られる。

$$\sum_{i=1}^{m} e_i x_{i1}=0,\quad \sum_{i=1}^{m} e_i x_{i2}=0,\quad \cdots,\quad \sum_{i=1}^{m} e_i x_{in}=0$$

・・・式１２

さらに、式８の残差方程式における学習データｘ、予測係数ｗ、教師データｙ及び残差ｅの関係を考慮すると、式１２から、式１３のような正規方程式を得ることができる。

$$\left(\sum_{i=1}^{m} x_{i1}x_{i1}\right)w_1+\left(\sum_{i=1}^{m} x_{i1}x_{i2}\right)w_2+\cdots+\left(\sum_{i=1}^{m} x_{i1}x_{in}\right)w_n=\sum_{i=1}^{m} x_{i1}y_i$$

$$\left(\sum_{i=1}^{m} x_{i2}x_{i1}\right)w_1+\left(\sum_{i=1}^{m} x_{i2}x_{i2}\right)w_2+\cdots+\left(\sum_{i=1}^{m} x_{i2}x_{in}\right)w_n=\sum_{i=1}^{m} x_{i2}y_i$$

・・・

$$\left(\sum_{i=1}^{m} x_{in}x_{i1}\right)w_1+\left(\sum_{i=1}^{m} x_{in}x_{i2}\right)w_2+\cdots+\left(\sum_{i=1}^{m} x_{in}x_{in}\right)w_n=\sum_{i=1}^{m} x_{in}y_i$$

・・・式１３

式１３の正規方程式は、求めるべき予測係数ｗの数と同じ数だけたてることができ、したがって、式１３を解くことで（但し、式１３を解くには、式１３において、予測係数ｗにかかる係数で構成される行列が正則である必要がある）、最適な予測係数ｗを求めることができる。なお、式１３を解くに当たっては、例えば、掃き出し法（Gauss-Jordanの消去法）などを適用することが可能である。

以上のようにして、最適な予測係数ｗを求め、さらに、その予測係数ｗを用い、式１により、ＨＤ画素の画素値ｙに近い予測値Ｅ

[ｙ]を求めるのが適応処理である（但し、予め予測係数ｗを求めておき、その予測係数ｗを用いて予測値を求めるのも、適応処理に含まれるものとする）。

ところで、適応処理は、ＳＤ画像には含まれていない、ＨＤ画像に含まれる成分が再現される点で、補間処理とは異なる。すなわち、適応処理では、式１だけを見る限りは、いわゆる補間フィルタを用いての補間処理と同一であるが、その補間フィルタのタップ係数に相当する予測係数ｗが、教師データｙを用いて、いわば学習により求められるため、ＨＤ画像に含まれる成分を再現することができる。すなわち、適用処理では、高解像度の画像を容易に得ることができる。換言すると、適応処理は、いわば画像の創造作用がある処理ということができる。

図１は、画像の特徴（クラス）に基づいて、以上のような適応処理により、ＳＤ画像をＨＤ画像に変換する画像変換装置（画像変換回路）の構成の一例を示している。

ＳＤ画像は、クラス分類回路１０１及び遅延回路１０２に供給され、クラス分類回路１０１は、ＳＤ画像を構成するＳＤ画素を順次、注目画素とし、その注目画素を、所定のクラスに分類する。

具体的には、クラス分類回路１０１は、まず最初に、注目画素の周辺にあるＳＤ画素を幾つか集めてブロックを構成し（以下、処理ブロックという。）、その処理ブロックを構成する、例えば全てのＳＤ画素の画素値のパターンに予め割り当てられた値を、注目画素のクラスとして、係数ＲＯＭ１０４のアドレス端子（ＡＤ）に供給する。

具体的には、クラス分類回路１０１は、例えば、図２に点線の四

角形で囲んで示すように、注目画素を中心とする５×５個のＳＤ画素（図２において○印で示す）でなる処理ブロックを、ＳＤ画像から抽出し、これらの２５個のＳＤ画素の画素値のパターンに対応する値を、注目画素のクラスとして出力する。

ここで、各ＳＤ画素の画素値を表すのに、例えば、８ビットなどの多くのビット数が割り当てられている場合、２５個のＳＤ画素の画素値のパターン数は、$(2^8)^{25}$通りという莫大な数となり、その後の処理を迅速に行うことが困難となる。

そこで、クラス分類を行う前の前処理として、処理ブロックには、それを構成するＳＤ画素のビット数を低減するための処理である、例えばＡＤＲＣ（Adaptive Dynamic Range Coding）処理などが施される。

具体的には、ＡＤＲＣ処理では、まず、処理ブロックを構成する２５個のＳＤ画素から、それらの画素値の最大のもの（以下、最大画素という）と最小のもの（以下、最小画素という）とが検出される。そして、最大画素の画素値ＭＡＸと最小画素の画素値ＭＩＮとの差分ＤＲ（＝ＭＡＸ－ＭＩＮ）が演算され、このＤＲを処理ブロックの局所的なダイナミックレンジとする。そして、このダイナミックレンジＤＲに基づいて、処理ブロックを構成する各画素値が、元の割当ビット数より少ないＫビットに再量子化される。つまり、処理ブロックを構成する各画素値から最小画素の画素値ＭＩＮが減算され、各減算値が、$ＤＲ／2^K$で除算される。

その結果、処理ブロックを構成する各画素値はＫビットで表現される。したがって、例えばＫ＝１とした場合、２５個のＳＤ画素の画素値のパターン数は、$(2^1)^{25}$通りになり、ＡＤＲＣ処理を行わな

い場合に比較して、パターン数を非常に少ないものとすることができる。なお、画素値を、このようにＫビットにするＡＤＲＣ処理を、以下、ＫビットＡＤＲＣ処理という。

係数ＲＯＭ１０４は、予め学習が行われることにより求められた予測係数のセットを、クラス毎に記憶しており、クラス分類回路１０１からクラスが供給されると、そのクラスに対応するアドレスに記憶されている予測係数のセットを読み出して、予測演算回路１０５に供給する。

一方、遅延回路１０２は、予測演算回路１０５に対して、係数ＲＯＭ１０４から予測係数のセットが供給されるタイミングと、後述する予測タップ生成回路１０３から予測タップが供給されるタイミングとを一致させるために必要な時間だけ、ＳＤ画像を遅延して、予測タップ生成回路１０３に供給する。

予測タップ生成回路１０３は、供給されるＳＤ画像から、予測演算回路１０５において所定のＨＤ画素の予測値を求めるのに用いられるＳＤ画素を抽出し、これを予測タップとして、予測演算回路１０５に供給する。具体的には、予測タップ生成回路１０３は、ＳＤ画像から、例えば、クラス分類回路１０１で抽出されたとの同一の処理ブロックを抽出し、その処理ブロックを構成するＳＤ画素を、予測タップとして、予測演算回路１０５に供給する。

予測演算回路１０５は、係数ＲＯＭ１０４からの予測係数$w_1$，$w_2$，・・・と、予測タップ生成回路１０３からの予測タップ$x_1$，$x_2$，・・・とを用いて、式１に示した演算、すなわち適応処理を行って、注目画素ｙの予測値Ｅ[ｙ]を求め、これを、ＨＤ画素の画素値として出力する。

具体的には、例えば、図２において実線の四角形で囲む、注目画素を中心とする３×３個のＨＤ画素（図２において・点で示す）の予測値が、１つの予測タップから求められるようになされており、この場合、予測演算回路１０５は、この９個のＨＤ画素についての式１の演算を行う。したがって、係数ＲＯＭ１０４は、１つのクラスに対応するアドレスに、９つの予測係数のセットを記憶している。

以下、同様の処理が、その他のＳＤ画素を順次注目画素として行われ、これにより、ＳＤ画像がＨＤ画像に変換される。

次に、図３は、図１の係数ＲＯＭ１０４に記憶させる予測係数を算出する学習処理を行う学習装置（学習回路）の構成の一例を示している。

学習における教師データｙとなるべきＨＤ画像が、間引き回路１１１及び遅延回路１１４に供給され、間引き回路１１１は、例えば、ＨＤ画像の画素を間引くことによって、その画素数を少なくし、これをＳＤ画像とする。このＳＤ画像は、クラス分類回路１１２及び予測タップ生成回路１１３に供給される。

クラス分類回路１１２又は予測タップ生成回路１１３は、図１のクラス分類回路１０１又は予測タップ生成回路１０３における場合と同様の処理を行い、これにより注目画素のクラス又は予測タップをそれぞれ出力する。クラス分類回路１１２が出力するクラスは、予測タップメモリ１１５及び教師データメモリ１１６のアドレス端子（ＡＤ）に供給され、予測タップ生成回路１１３が出力する予測タップは、予測タップメモリ１１５に供給される。

予測タップメモリ１１５は、クラス分類回路１１２から供給されるクラスに対応するアドレスに、予測タップ生成回路１１３から供

給される予測タップを記憶する。

一方、遅延回路１１４は、注目画素に対応するクラスが、クラス分類回路１１２から教師データメモリ１１６に供給される時間だけ、ＨＤ画像を遅延し、そのうちの、注目画素であるＳＤ画素の周辺にあるＨＤ画素の画素値だけを、教師データとして、教師データメモリ１１６に供給する。

そして、教師データメモリ１１６は、クラス分類回路１１２から供給されるクラスに対応するアドレスに、遅延回路１１４から供給される教師データを記憶する。

以下同様の処理が、予め学習用に用意された全てのＨＤ画像を構成する全てのＨＤ画素が注目画素とされるまで繰り返される。

以上のようにして、予測タップメモリ１１５又は教師データメモリ１１６の同一のアドレスそれぞれには、図２において○印で示したＳＤ画素又は図２において・印で示したＨＤ画素とそれぞれ同一の位置関係にあるＳＤ画素又はＨＤ画素の画素値が、学習データｘ又は教師データｙとして記憶される。

なお、予測タップメモリ１１５と教師データメモリ１１６には、同一アドレスに複数の情報を記憶することができるようになっており、同一アドレスには、同一のクラスに分類される複数の学習データｘと教師データｙが記憶される。

その後、演算回路１１７は、予測タップメモリ１１５又は教師データメモリ１１６から、同一アドレスに記憶されている学習データとしての予測タップ又は教師データとしてのＨＤ画素の画素値を読み出し、それらを用いて、最小自乗法により予測値と教師データとの間の誤差を最小にする予測係数のセットを算出する。すなわち、

演算回路１１７は、クラス毎に、式１３に示した正規方程式をたてて、これを解くことによりクラス毎の予測係数のセットを求める。

以上のようにして、演算回路１１７で求められたクラス毎の予測係数のセットが、図１の係数ＲＯＭ１０４における、そのクラスに対応するアドレスに記憶されている。

なお、以上のような学習処理において、予測係数を求めるのに必要な数の正規方程式が得られないクラスが生じる場合があるが、そのようなクラスについては、例えば、クラスを無視して正規方程式をたてて解くことにより得られる予測係数のセットなどが、いわばデフォルトの予測係数のセットとして用いられる。

ところで、図１に示す画像変換装置では、ＨＤ画像の画素数を間引くなどして少なくすることにより得られるＳＤ画像から、上述したように、そこに含まれていない高周波成分をも含むＨＤ画像を得ることができるが、元のＨＤ画像に近づけるのには限界がある。その理由として、ＨＤ画像の画素数を間引いただけのＳＤ画像の画素（ＳＤ画素）の画素値が、元のＨＤ画像を復元するのに、最適ではないことが考えられる。

そこで、本件出願人は、元のＨＤ画像により近い画質の復号画像を得ることができるようにするため、適応処理を利用した画像の圧縮（符号化）について先に提案している（例えば、特願平８－２０６５５２号など）。

すなわち、図４は、適応処理によって、元のＨＤ画像により近い復号画像を得ることができるように、そのＨＤ画像を、最適なＳＤ画像に圧縮（符号化）する画像信号符号化装置の構成の一例を示している。

符号化対象のＨＤ画像は、間引き部１２１及び誤差算出部１２４に供給される。

間引き部１２１は、ＨＤ画像の画素を、例えば単純に間引いてＳＤ画像とし、このＳＤ画像を補正部１２２に供給する。補正部１２２は、間引き部１２１からＳＤ画像が供給されると、最初は、そのＳＤ画像を、そのままローカルデコード部１２３に出力する。ローカルデコード部１２３は、例えば、図１に示した画像変換装置と同様に構成されており、補正部１２２からのＳＤ画像を用いて、上述したような適応処理を行うことにより、ＨＤ画素の予測値を算出して、誤差算出部１２４に出力する。誤差算出部１２４は、ローカルデコード部１２３からのＨＤ画素の予測値の、元のＨＤ画素に対する予測誤差を算出して、制御部１２５に出力する。制御部１２５は、誤差算出部１２４からの予測誤差に対応して、補正部１２２を制御する。

これにより、補正部１２２は、間引き部１２１からのＳＤ画像の画素値を、制御部１２５からの制御に従って補正し、ローカルデコード部１２３に出力する。ローカルデコード部１２３は、補正部１２２から供給される補正後のＳＤ画像を用いて、再び、ＨＤ画像の予測値を求める。

以下、例えば、誤差算出部１２４が出力する予測誤差が、所定値以下となるまで、同様の処理が繰り返される。

そして、誤差算出部１２４が出力する予測誤差が、所定値以下となると、制御部１２５は、補正部１２２を制御して、予測誤差が所定値以下となったときの補正後のＳＤ画像を、ＨＤ画像の最適な符号化結果として出力させる。

したがって、この補正後のＳＤ画像に適応処理を施すことにより、予測誤差が所定値以下のＨＤ画像を得ることができる。

ここで、以上のようにして、図４の画像信号符号化装置から出力されるＳＤ画像は、元のＨＤ画像により近い復号画像を得るのに最適なものということができるから、この画像信号符号化装置の補正部１２２、ローカルデコード部１２３、誤差算出部１２４及び制御部１２５で構成される系が行う処理は、最適化処理ということができる。

ところで、元のＨＤ画素の画素値により近い予測値を得るためには、適応処理において用いる予測タップを、その予測値を求めようとするＨＤ画素に近い、多くのＳＤ画素から構成するのが望ましい。

しかしながら、予測タップを、多くのＳＤ画素から構成すると、予測値を求めようとするＨＤ画素から遠いＳＤ画素が予測タップに含まれるようになる。したがって、この場合、予測値を求めようとするＨＤ画素が表示する物体とは異なる物体を表示するＳＤ画素が予測タップに含まれることがあり、その結果、予測値の精度が劣化し、その予測値で構成される復号画像が劣化することとなる。

そこで、図４の画像信号符号化装置の間引き部１２１において、ＨＤ画像から間引く画素数を少なくし、これにより、予測値を求めようとするＨＤ画素から近い位置のＳＤ画素を増加させる方法があるが、これでは、符号化効率が劣化することになる。

## 発明の開示

本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、符号化

効率を劣化させることなく、原画像により近い復号画像を得ることができるようにするものである。

本発明に係る画像信号を符号化する画像信号符号化装置は、原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生する圧縮部と、原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を原画像信号から算出する第１の算出部と、圧縮画素の画素値の一部を仮想画素の画素値の一部に置き換える置換部と、圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素として、その注目画素の近傍の圧縮画素及び仮想画素から予測タップを形成する形成部と、予測タップと所定の予測係数とから原画像信号の予測値を予測する予測部と、予測された予測値からなる予測画像信号の原画像信号に対する予測誤差を算出する第２の算出部と、予測誤差に応じて圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正する補正部とを備える。

本発明に係る符号化画像信号を復号する画像信号復号装置は、符号化画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の画素から予測タップを形成する形成部と、予測タップと所定の予測係数とから復元画像信号の画素値を生成する生成部とを備える。復号される符号化画像信号は、原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生し、原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を原画像信号から算出し、圧縮画素の画素値の一部を仮想画素の画素値の一部に置き換え、圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の圧縮画素及び仮想画素から予測タップを形成し、予測タップと所定

の予測係数とから原画像信号の予測値を予測し、予測された予測値からなる予測画像信号の原画像信号に対する予測誤差を算出し、予測誤差に応じて圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正することにより発生されている。

本発明に係る画像信号を符号化する画像信号符号化方法は、原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生するステップと、原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を原画像信号から算出するステップと、圧縮画素の画素値の一部を仮想画素の画素値の一部に置き換えるステップと、圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素として、その注目画素の近傍の圧縮画素及び仮想画素から予測タップを形成するステップと、予測タップと所定の予測係数とから原画像信号の予測値を予測するステップと、予測された予測値からなる予測画像信号の原画像信号に対する予測誤差を算出するステップと、予測誤差に応じて圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正するステップとを有する。

本発明に係る符号化画像信号を復号する画像信号復号方法は、符号化画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の画素から予測タップを形成するステップと、予測タップと所定の予測係数とから復元画像信号の画素値を生成するステップとを有する。復号される符号化画像信号は、原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生し、原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を原画像信号から算出し、圧縮画素の画素値の一部を仮想画素の画素値の一部に置き換え、圧縮画像信号を

構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の圧縮画素及び仮想画素から予測タップを形成し、予測タップと所定の予測係数とから原画像信号の予測値を予測し、予測された予測値からなる予測画像信号の原画像信号に対する予測誤差を算出し、予測誤差に応じて圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正することにより発生されている。

本発明に係るマシンによって復号可能な記録媒体には、原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生し、原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を原画像信号から算出し、圧縮画素の画素値の一部を仮想画素の画素値の一部に置き換え、圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の圧縮画素及び仮想画素から予測タップを形成し、予測タップと所定の予測係数とから原画像信号の予測値を予測し、予測された予測値からなる予測画像信号の原画像信号に対する予測誤差を算出し、予測誤差に応じて圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正することにより発生された記録信号が記録されている。

## 図面の簡単な説明

図１は、本件出願人が先に提案した画像変換装置（画像変換回路）の構成の一例を示すブロック図である。

図２は、図１のクラス分類回路１０１の処理を説明するための図である。

図３は、本件出願人が先に提案した学習装置（学習回路）の構成

の一例を示すブロック図である。

図４は、本件出願人が先に提案した画像信号符号化装置の構成の一例を示すブロック図である。

図５は、本発明を適用した画像処理装置の一実施の形態の構成を示すブロック図である。

図６は、図５の送信装置１の構成の一例を示すブロック図である。

図７は、図６の送信装置１の機能的構成の一例を示すブロック図である。

図８は、図７の前処理部２１の構成の一例を示すブロック図である。

図９Ａ，９Ｂは、図８の間引き回路３１の処理を説明するための図である。

図１０は、図８の仮想画素形成回路３２の処理を説明するための図である。

図１１は、図８の仮想画素形成回路３２の処理を説明するための図である。

図１２は、図８の前処理部２１の動作を説明するためのフローチャートである。

図１３は、図７の最適化部２２の構成の一例を示すブロック図である。

図１４は、図１３のクラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１の構成の一例を示すブロック図である。

図１５は、図１３のクラス分類適応処理回路４３の構成の一例を示すブロック図である。

図１６は、図１３の最適化部２２の動作を説明するためのフロー

チャートである。

図１７Ａ，１７Ｂは、図１３のクラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１がクラス分類を行うときに形成するクラスタップを示す図である。

図１８は、図１３のクラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１が適応処理を行うときに形成する予測タップを示す図である。

図１９は、図１６のステップＳ１３の処理のより詳細を説明するためのフローチャートである。

図２０は、図１９のステップＳ３３の処理を説明するための図である。

図２１は、図１６のステップＳ１４の処理のより詳細を説明するためのフローチャートである。

図２２は、図２１のステップＳ６６の処理を説明するための図である。

図２３は、図１６のステップＳ１５の処理のより詳細を説明するためのフローチャートである。

図２４は、図５の受信装置４の構成の一例を示すブロック図である。

図２５は、図２５のクラス分類適応処理回路７３の構成の一例を示すブロック図である。

図２６は、クラス分類適応処理回路７３の動作を説明するためのフローチャートである。

図２７は、予測タップの他の構成の一例を示す図である。

## 発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

図５は、本発明を適用した画像処理装置の一実施の形態の構成を示している。送信装置１には、ディジタル化されたＨＤ画像の画像データが供給される。送信装置１は、入力された画像データを間引くこと（その画素数を少なくすること）により画像データを符号化して、画像を圧縮し、その結果得られるＳＤ画像の画像データを、ＨＤ画像の符号化データとして、例えば、光ディスク、光磁気ディスク、磁気テープ等の記録媒体２に記録し、又は、例えば、地上波、衛星回線、電話回線、ＣＡＴＶ網等の伝送路３を介して伝送する。

受信装置４は、記録媒体２から再生された符号化データが供給され、又は、伝送路３を介して伝送されてくる符号化データが受信され、その符号化データを復号して伸長し、その結果得られるＨＤ画像の復号画像を、図示せぬディスプレイに供給して表示させる。

なお、以上のような画像処理装置は、例えば、光ディスク装置、光磁気ディスク装置、磁気テープ装置等の画像の記録／再生を行う装置や、あるいはまた、例えば、テレビ電話装置、テレビジョン放送システム、ＣＡＴＶシステム等の画像を伝送する装置などに適用される。また、後述するように、送信装置１が出力する符号化データのデータ量が少ないため、図５の画像処理装置は、伝送レートの低い、例えば携帯電話機等の移動に便利な携帯端末などにも適用可能である。

図６は、送信装置１の構成の一例を示している。インターフェイス（以下、Ｉ／Ｆという。）１１は、外部から供給されるＨＤ画像

の画像データの受信処理と、送信機／記録装置１６に対しての、符号化データの送信処理を行うようになっている。ＲＯＭ（Read Only Memory）１２は、ＩＰＬ（Initial Program Loading）用のプログラムやその他のプログラムを記憶している。ＲＡＭ（Random Access Memory）１３は、外部記憶装置１５に格納されているシステムプログラム（ＯＳ：Operating System）やアプリケーションプログラムを記憶したり、また、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１４の動作上必要なデータを記憶する。ＣＰＵ１４は、ＲＯＭ１２に記憶されているＩＰＬプログラムに従って、外部記憶装置１５からシステムプログラム及びアプリケーションプログラムをＲＡＭ１３に展開し、そのシステムプログラムの制御の下でアプリケーションプログラムを実行することによって、Ｉ／Ｆ１１から供給される画像データに、後述するような符号化処理を施す。外部記憶装置１５は、例えば磁気ディスク装置などからなり、上述したように、ＣＰＵ１４が実行するシステムプログラムやアプリケーションプログラムを記憶しているとともに、ＣＰＵ１４の動作上必要なデータも記憶している。送信機／記録装置１６は、Ｉ／Ｆ１１から供給される符号化データを、記録媒体２に記録し、又は伝送路３を介して伝送するようになっている。

Ｉ／Ｆ１１、ＲＯＭ１２、ＲＡＭ１３、ＣＰＵ１４及び外部記憶装置１５は、バスを介して相互に接続されている。なお、図６において、送信装置１は、ＣＰＵ１４を用いた構成となっているが、ハードワイヤロジック回路で構成することも可能である。

以上のように構成される送信装置１においては、Ｉ／Ｆ１１にＨＤ画像の画像データが供給されると、その画像データは、ＣＰＵ１

４に供給される。ＣＰＵ１４は、画像データを符号化し、その結果得られる符号化データとしてのＳＤ画像を、Ｉ／Ｆ１１に供給する。Ｉ／Ｆ１１は、符号化データが供給されると、それを送信機／記録装置１６に供給する。送信機／記録装置１６は、Ｉ／Ｆ１１からの符号化データを、記録媒体２に記録し、又は伝送路３を介して伝送する。

図７は、図６に示す送信装置１の、送信機／記録装置１６を除く部分の機能的なブロック図である。

符号化すべき画像データとしてのＨＤ画像は、前処理部２１及び最適化部２２に供給される。前処理部２１は、ＨＤ画像（原画像）を、その画素数を少なくすることにより圧縮し、その結果得られるＳＤ画像（圧縮画像）を構成するＳＤ画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を、ＨＤ画像から求める。さらに、前処理部２１は、ＳＤ画素の画素値の一部に代えて、仮想画素の画素値の一部を配置し、最適化部２２に供給する。

最適化部２２は、前処理部２１からのＳＤ画素を順次注目画素として、最適化処理を行う。具体的には、最適化部２２は、注目画素の周辺のＳＤ画素及び仮想画素から予測タップを形成し、その予測タップと予測係数のセットとの線形結合により、原画像の予測値を求め適応処理を行う。さらに、最適化部２２は、その予測値の、元のＨＤ画像に対する予測誤差を算出し、その予測誤差に対応して、注目画素の画素値を補正する。そして、最適化部２２は、その補正された注目画素の画素値を用いて、同様の処理を、例えばその予測誤差が所定値以下になるまで繰り返し、元のＨＤ画像の予測値を得るのに最適な注目画素であるＳＤ画素の画素値を求める。

また、最適化部２２は、前処理部２１からの、例えば１フレーム（又は１フィールド）のＳＤ画像を構成するＳＤ画素の全てを注目画素として、上述の処理を行った後、その結果得られる最適ＳＤ画像を用いて適応処理を行うことにより、予測誤差をより小さくするクラス毎の予測係数のセットを求める。すなわち、最適化部２２は、最適ＳＤ画像を用いて、クラス毎の予測係数のセットを、予測誤差がより小さくなるように更新する。そして、そのクラス毎の予測係数のセットを用いて、再度、最適化処理を繰り返す。そして、例えば、１フレーム分の予測誤差の絶対値和が所定の閾値以下となるか、あるいはクラス毎の予測係数のセットの更新を所定回数だけ行うと、そのとき得られている最適ＳＤ画像とクラス毎の予測係数のセットとを、ＨＤ画像の符号化結果である符号化データとして出力する。

次に、図８は、図７の前処理部２１の構成の一例を示している。

符号化すべきＨＤ画像は、間引き回路３１及び仮想画素形成回路３２に供給される。間引き回路３１は、ＨＤ画像の画素数を、例えば間引くことにより少なくして、ＳＤ画像を構成し、仮想画素形成回路３２に供給する。具体的には、間引き回路３１は、例えば、ＨＤ画像を、横×縦が３×３である９個の画素でなる正方形状のブロックに分割し、各ブロックの幾つかの画素（後述する）の平均値を、その中心の画素の画素値として、ＳＤ画像を構成する。これにより、間引き回路３１では、例えば図９Ａに・印で示すＨＤ画素からなるＨＤ画像から、それを１／９に間引いた、図９Ｂに○印で示すＳＤ画素からなるＳＤ画像が構成される。

なお、間引き回路３１は、その他、例えば上述のブロックの中心の画素だけを抽出して、ＳＤ画像を構成するなども可能である。

仮想画素形成回路３２は、間引き回路３１からのＳＤ画像を構成するＳＤ画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その画素値を、ＨＤ画像から求める。具体的には、仮想画素形成回路３２は、例えば、図１０に○印で示すＳＤ画素の左上、左下、右上及び右下の位置に、図１０に◎印で示す仮想画素を想定する。そして、仮想画素形成回路３２は、仮想画素の位置に対応する、例えば４個のＨＤ画素（図９Ａに点線の四角形で囲んで示す）の画素値の平均値を求め、これを、その仮想画素の画素値とする。

さらに、仮想画素形成回路３２は、例えば、１個のＳＤ画素に対して１個の仮想画素を対応付け、ＳＤ画素の画素値の一部に代えて、対応付けられた仮想画素の画素値の一部を配置する。具体的には、例えば、ＨＤ画素の画素値が８ビットで表されていたとすると、その平均値であるＳＤ画素及び仮想画素の画素値も８ビットで表すことができる。この場合、仮想画素形成回路３２は、例えば、図１１に示すように、ＳＤ画素の画素値のＬＳＢ（Least Significant Bit）側の４ビットに代えて、仮想画素の画素値のＭＳＢ（Most Significant Bit）を配置する。つまり、仮想画素形成回路３２は、ＳＤ画素又は仮想画素の画素値それぞれから、ＭＳＢ側の４ビットを取り出し、ＳＤ画素から取り出した４ビットをＭＳＢ側に配置するとともに、仮想画素から取り出した４ビットをＬＳＢ側に配置して、８ビットのデータを構成し、これをＳＤ画素の画素値とする。

以上のようなＳＤ画素で構成されるＳＤ画像が、最適化部２２（図７）に供給される。

ここで、前処理部２１の動作を図１２に示すフローチャートを参照して説明する。

前処理部２１に、符号化すべきＨＤ画像が入力されると、そのＨＤ画像は、間引き回路３１及び仮想画素形成回路３２に供給される。間引き回路３１は、ＨＤ画像が供給されると、その画素数を間引き、ＳＤ画像を構成する。

具体的には、ステップＳ１において、間引き回路３１は、ＨＤ画像を、例えば３×３個の画素のＨＤ画像のブロックに分割し、ステップＳ２に進む。ここで、本実施の形態において、ＨＤ画像が、例えば輝度信号Ｙと、色差信号Ｕ，Ｖとから構成されるとすると、ステップＳ１では、輝度信号のブロックと色差信号のブロックとが構成される。

ステップＳ２において、間引き回路３１は、いずれかのブロックを注目ブロックとし、その注目ブロックが輝度信号のブロックであるかを判定し、該当する（Ｙｅｓ）ときはステップＳ３に進み、該当しない（ＮＯ）ときはステップＳ４に進む。

ステップＳ３において、間引き回路３１は、例えば、その注目ブロックに含まれる中心のＨＤ画素で交差する十字形の範囲にある５個のＨＤ画素の画素値の平均値を計算し、その平均値を、注目ブロックの中心の画素（ＳＤ画素）の画素値とし、ステップＳ５に進む。

一方、ステップＳ２において、注目ブロックが輝度信号のブロックでないと判定した場合、すなわち、注目ブロックが色差信号のブロックである場合、ステップＳ４において、間引き回路３１は、例えば、その注目ブロックを構成する３×３個のＨＤ画素の画素値の平均値を計算し、その平均値を、注目ブロックの中心の画素（ＳＤ画素）の画素値とし、ステップＳ５に進む。

ステップＳ５において、間引き回路３１は、ステップＳ１で構成

したブロックの全てを、注目ブロックとして処理したかを判定し、該当するときはステップＳ６に進み、該当しないときはステップＳ２に戻り、まだ注目ブロックとしていないブロックを、新たに注目ブロックとして、同様の処理を繰り返す。また、ステップＳ５において、間引き回路３１は、全てのブロックを、注目ブロックとして処理したと判定した場合、すなわちＳＤ画像を構成した場合には、そのＳＤ画像を仮想画素形成回路３２に供給する。

ステップＳ６において、仮想画素形成回路３２は、間引き回路３１からＳＤ画像が供給されると、そのＳＤ画像を構成するＳＤ画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素が輝度信号のものかどうかを判定し、該当するときはステップＳ７に進み、該当しないときはステップＳ９に進む。

ステップＳ７において、仮想画素形成回路３２は、注目画素に対応する仮想画素の画素値を、上述したようにＨＤ画素の画素値から求め、ステップＳ８に進む。ステップＳ８において、仮想画素形成回路３２は、図１１で説明したように、注目画素の画素値のＬＳＢ側の４ビットに代えて、対応する仮想画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットを配置し、ステップＳ９に進む。

ステップＳ９において、仮想画素形成回路３２は、全てのＳＤ画素を注目画素として処理を行ったを判定し、該当するときは、処理を終了し、該当しないときはステップＳ６に戻り、まだ注目画素としていないＳＤ画素を新たに注目画素として、同様の処理を繰り返す。すなわち、仮想画素形成回路３２は、ステップＳ９において、全てのＳＤ画素を注目画素として処理を行ったと判定された場合、画素値のＬＳＢ側の４ビットが、仮想画素の画素値のＭＳＢ側の４

ビットに置き換えられたＳＤ画素で構成されるＳＤ画像を最適化部２２（図７）に出力し、処理を終了する。

前処理部２１では、以上の処理が、例えば、１フレーム単位で繰り返される。

ところで、本実施の形態では、輝度信号についてのみ、仮想画素が構成されるようになっており、色差信号については、ＳＤ画素だけで構成される予測タップが用いられるようになっている。したがって、仮想画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットに置き換えが行われるのは、輝度信号についてのみで、色差信号については、そのような置き換えは行われない。

次に、図１３は、図７の最適化部２２の構成の一例を示している。

前処理部２１における仮想画素形成回路３２からのＳＤ画像は、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１及び補正回路４２に供給され、ＨＤ画像は、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１及び誤差算出回路４４に供給される。

クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１は、ＨＤ画像が供給されるとともに、前処理部２１からＳＤ画像が供給されると、そのＨＤ画像とＳＤ画像を用いて、クラス毎に適応処理を行うことにより、クラス毎の予測係数ｗのセットを算出して、クラス分類適応処理回路４３及び多重化回路４６に出力する。

ここで、図１４は、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１の構成の一例を示している。なお、図中、図３の学習装置における場合に対応する部分については、同一の符号を付している。すなわち、このクラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１は、間引き回路１１１が設けられていないことを除けば、図３の学習装置と

基本的には同様に構成されている。但し、クラス分類回路１１２及び予測係数タップ生成回路１１３には、前処理部２１又は補正回路４２からのＳＤ画像が供給され、また、遅延回路１１４には、前処理部２１に供給されるＨＤ画像と同一のＨＤ画像が供給されるようになっており、後述するクラスタップ形成及び予測タップ形成に関する動作は異なる。クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１の動作については後述する。

図１３に戻り、補正回路４２は、ＳＤ画像を構成するＳＤ画素の画素値を、制御回路４５の制御に従って補正し、その補正した画素値を、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１、クラス分類適応処理回路４３及び多重化回路４６に出力する。クラス分類適応処理回路４３は、補正回路４２から供給されるＳＤ画素と、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１から供給されるクラス毎の予測係数ｗのセットを用いて適応処理を行うことにより、ＨＤ画素の予測値を求めて、誤差算出回路４４に供給する。

ここで、図１５は、クラス分類適応処理回路４３の構成の一例を示している。なお、図１の画像変換装置における場合に対応する部分については、同一の符号を付している。すなわち、クラス分類適応処理回路４３は、係数ＲＯＭ１０４に代えて、クラス毎の予測係数ｗのセットが書換可能な係数ＲＡＭ１０４’が設けられている他は、図１の画像変換装置と基本的には同様に構成されている。この係数ＲＡＭ１０４’には、図１３のクラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１から供給されるクラス毎の予測係数ｗのセットが記憶され、また、クラスタップ形成及び予測タップ形成に関する動作が図１の画像変換装置とは異なる。クラス分類適応処理回路４３の

動作については後述する。

再び図１３に戻り、誤差算出回路４４は、クラス分類適応処理回路４３からのＨＤ画素の予測値の、真のＨＤ画素の画素値に対する予測誤差を算出し、制御回路４５に出力する。制御回路４５は、誤差算出回路４４からの予測誤差に対応して、補正回路４２におけるＳＤ画素の画素値の補正量を制御する。多重化回路４６は、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１からの予測係数ｗと、補正回路４２からの補正されたＳＤ画素の画素値を多重化し、符号化データとして出力する。

ここで、最適化部２２の動作を図１６のフローチャートを参照して説明する。

ステップＳ１１において、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１は、前処理部２１からＳＤ画像が供給されると、そのＳＤ画像と、ＨＤ画像とを用いて適応処理を行うことにより、クラス毎の予測係数ｗのセットを算出する。

具体的には、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１は、ＳＤ画像を構成するＳＤ画素を順次注目画素とし、その注目画素についてクラス分類用のタップ（以下、クラスタップという。）を構成し、クラス分類を行う。ここで、本実施の形態では、注目画素について、例えば次のようなクラスタップが構成され、クラス分類が行われる。

すなわち、輝度信号については、例えば、図１７Ａに示すように、注目画素を中心とするひし形状の範囲内の５個のＳＤ画素と４個の仮想画素との合計９個の画素によって、クラスタップが構成される。そして、この９個の画素の画素値のうちの最大値と最小値との差を

ダイナミックレンジＤＲとし、このダイナミックレンジＤＲを用いて、クラスタップのうちの、注目画素と、それに隣接する４個の仮想画素との合計５個の画素（図１７Ａにおいて点線で囲む５個の画素）に１ビットＡＤＲＣ処理が施される。そして、その５個の画素の画素値のパターンが、注目画素のクラスとされる。したがって、この場合、クラスタップのうちの、注目画素を中心とする５個の画素に１ビットＡＤＲＣ処理を施すことによって得られる画素値のパターンは５ビットで表現されることから、輝度信号は、３２（＝$2^5$）個のクラスのうちのいずれかのクラスに分類される。

なお、仮想画素の画素値としては、その仮想画素が対応付けられたＳＤ画素の画素値のＬＳＢ側の４ビットを、４ビットだけ左シフト（$2^4$を乗算）したものに、例えば８（＝$2^3$）などを加算した値が用いられる。但し、仮想画素の画素値としては、その他に、ＳＤ画素の画素値のＬＳＢ側の４ビットを、４ビットだけ左シフトしたものをそのまま用いたり、また、その左シフトしたものに、８以外の０以上１６（＝$2^4$）未満の値を加算したものを用いることも可能である。

また、ＳＤ画素の画素値は、図１１で説明したように、そのＬＳＢ側の４ビットが、対応する仮想画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットであるが、その８ビットの値が、ＳＤ画素の画素値としてそのまま用いられる。但し、ＳＤ画素の画素値としては、例えば、そのＬＳＢ側の４ビットを、ランダムに発生させた０以上１６（＝$2^4$）未満の値に置き換えたものを用いることも可能である。

一方、色差信号については、例えば、図１７Ｂに示すように、注目画素を中心とする、正方形状の範囲内の９個のＳＤ画素によって、

クラスタップが構成される。そして、この９個の画素の画素値のうちの最大値と最小値との差をダイナミックレンジＤＲとし、このダイナミックレンジＤＲを用いて、クラスタップのうちの、注目画素を中心とするひし形状の範囲内の５個のＳＤ画素（図１７Ｂにおいて点線で囲む５個の画素）に１ビットＡＤＲＣ処理が施される。そして、その５個の画素の画素値のパターンが、注目画素のクラスとされる。したがって、この場合、クラスタップのうちの、注目画素を中心とする５個の画素に１ビットＡＤＲＣ処理を施すことによって得られる画素値のパターンは５ビットで表現されることから、色差信号も、輝度信号と同様に、３２（＝$2^5$）クラスのうちのいずれかにクラス分類される。

クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１は、以上のようにして、注目画素のクラスを決定した後、予測タップを形成する。すなわち、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１は、注目画素が色差信号のものである場合、例えば図１８に示すように、その注目画素を中心とする７×５（横×縦）である３５個のＳＤ画素（同図において、実線又は点線の○印で示す）で予測タップを形成する。また、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１は、注目画素が輝度信号のものである場合、色差信号における場合と同様に、３５個の画素で予測タップを形成するが、７×５個のＳＤ画素のうち、その最も左上、左下、右上及び右下のＳＤ画素（図１８において、点線の○印で示す）に代えて、注目画素に隣接する仮想画素を用いて、予測タップを形成する。

そして、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１は、各クラス毎に、予測タップとＨＤ画像とを用いて、式１３の正規方程式

をたてて、それを解くことにより、クラス毎の予測係数ｗのセットを求める。なお、この場合、正規方程式は、注目画素に対して、例えば前述の図２に実線の四角形で囲んだ範囲の位置関係にあるＨＤ画素を用いてたてられる。クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１で求められたクラス毎の予測係数ｗのセットは、クラス分類適応処理回路４３に供給され、係数ＲＡＭ１０４’に記憶される。

クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１においてクラス毎の予測係数ｗのセットが求められると、最適化部２２では、ステップＳ１２において、前処理部２１からのＳＤ画像を構成するＳＤ画素のうちの１つが注目画素とされ、その注目画素が輝度信号のものかが判定され、該当するときはステップＳ１３に進み、該当しないときはステップＳ１５に進む。

ステップＳ１３において、補正回路４２、クラス分類適応処理回路４３、誤差算出回路４４及び制御回路４５は、注目画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットを対象に、最適化処理を行い、ステップＳ１４に進む。ステップＳ１４において、補正回路４２、クラス分類適応処理回路４３、誤差算出回路４４及び制御回路４５は、注目画素の画素値の残りのＬＳＢ側の４ビットを対象に、最適化処理を行い、ステップＳ１６に進む。

一方、ステップＳ１２において、注目画素が輝度信号のものでないと判定された場合、すなわち、色差信号のものである場合、ステップＳ１５において、補正回路４２、クラス分類適応処理回路４３、誤差算出回路４４及び制御回路４５は、色差信号を対象に、最適化処理を行い、ステップＳ１６に進む。

ステップＳ１６において、前処理部２１からのＳＤ画像を構成す

るＳＤ画素の全てを対象に処理を行ったかどうかが判定され、まだ行っていないと判定された場合、ステップＳ１２に戻り、まだ注目画素とされていないＳＤ画素を、新たに注目画素として、同様の処理が繰り返される。

また、ステップＳ１６において、ＳＤ画素を全て注目画素として処理を行ったと判定された場合、ステップＳ１７に進み、ＳＤ画素から予測されるＨＤ画素の予測値の、１フレーム分の予測誤差の総和が所定の閾値ε以下であるかどうかが判定される。ステップＳ１７において、１フレーム分の予測誤差の総和が所定の閾値ε以下でないと判定された場合、ステップＳ１１に戻り、上述の場合と同様の処理が繰り返される。但し、この場合、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１では、ステップＳ１１において前処理部２１が出力したＳＤ画素の画素値ではなく、補正回路４２が出力する、後述する最適なＳＤ画素の画素値を用いて、すなわち図１４のクラス分類回路１１２及び予測タップ生成回路１１３に対して補正回路４２からの最適なＳＤ画素が入力されて、同様の処理により、クラス毎の予測係数ｗのセットが求められる（更新される）。

そして、ステップＳ１７において、１フレーム分の予測誤差の総和が所定の閾値ε以下であると判定された場合、ステップＳ１８に進み、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１において、そのとき補正回路４２が出力しているＳＤ画素の画素値を用いて、クラス毎の予測係数ｗのセットが算出される。そして、そのＳＤ画素の画素値とクラス毎の予測係数ｗのセットとが、多重化回路４６において多重化され、符号化データとされて、処理が終了する。

その後、最適化部２２では、次のフレームについてのＨＤ画像と

ＳＤ画像とが供給されるのを待って、同様の処理が行われる。

ここで、図１６のステップＳ１３における注目画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットを対象とした最適化処理について、図１９のフローチャートを参照して詳述する。

クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１においてクラス毎の予測係数ｗのセットが求められ、これが、クラス分類適応処理回路４３に供給されると、前処理部２１からのＳＤ画像を構成するＳＤ画素のうちの１つが注目画素とされ、制御回路４５は、ステップＳ３１において、注目画素の画素値を補正する補正量を表す変数△を、例えば０に初期化する。また、ステップＳ３１では、補正量を変化させる変化量（以下、適宜、オフセット量という）を表す変数Ｓに初期値として、例えば１６がセットされる。

すなわち、いまの場合、注目画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットを対象としているので、オフセット量Ｓには、そのＭＳＢ側の４ビットを変化させるための最小値である１６（＝$2^4$）がセットされる。

さらに、ステップＳ３１では、注目画素の補正の回数をカウントする変数ｉに、初期値としての－１がセットされ、ステップＳ３２に進む。ステップＳ３２では、回数ｉが１だけインクリメントされ、ステップＳ３３に進み、注目画素の画素値を補正量△だけ補正した補正値を用いて適応処理を行った場合に、その補正により影響を受けるＨＤ画素の予測値の予測誤差Ｅが算出される。

すなわち、この場合、補正回路４２は、注目画素の画素値に、例えば、補正量△を加算し、その加算値を、注目画素の画素値として、クラス分類適応処理回路４３に出力する。ここで、注目画素について、最初にステップＳ３３の処理が施される場合、すなわち、回数

ｉ＝０の場合、補正量△は、ステップＳ３１でセットされた初期値である０のままであるから、補正回路４２からは、注目画素の画素値がそのまま出力される。

クラス分類適応処理回路４３では、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１における場合と同様に、図１７に示したクラスタップが形成されるとともに、図１８に示した形の予測タップが形成される。すなわち、予測タップは、注目画素を中心とする７×５個のＳＤ画素のうち、注目画素から最も遠い左上、左下、右上及び右下のＳＤ画素に代えて、注目画素に隣接する４個の仮想画素を用いて構成される。

さらに、そのクラスタップに対応して、注目画素がクラス分類され、その結果得られるクラスに対応する予測係数のセットが、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１から供給され、係数ＲＡＭ１０４’に記憶されている予測係数のセットの中から選択される。そして、その選択された予測係数のセットと予測タップとから、式１に示した線形１次式を演算することにより、ＨＤ画素の画素値の予測値が求められる。

また、クラス分類適応処理回路４３では、注目画素の画素値を補正量△だけ補正した場合に、少なくとも、その補正により影響を受けるＨＤ画素についても、同様にして、予測値が求められる。

すなわち、例えば、いま、図２０に示すように、ＳＤ画素Ａを注目画素として補正したとする。本実施の形態では、予測タップは、簡単には、７×５個のＳＤ画素が含まれる範囲で構成されるので、このような７×５個のＳＤ画素から予測タップが構成される場合に、その予測タップにＳＤ画素Ａが含まれるケースであって、ＳＤ画素

Ａから最も離れたＳＤ画素が注目画素とされるのは、ＳＤ画素Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅが注目画素とされ、７×５個の画素の予測タップが構成されるケースである。そして、ＳＤ画素Ｂ，Ｃ，Ｄ，Ｅが注目画素とされ、７×５個の画素の予測タップが構成された場合、本実施の形態では、同図に実線で囲んで示す範囲ｂ，ｃ，ｄ，ｅの中の３×３個のＨＤ画素の予測値がそれぞれ求められる。したがって、ＳＤ画素Ａを注目画素として、その画素値を補正した場合に、その補正により影響を受けるのは、最悪のケースで、範囲ｂ，ｃ，ｄ，ｅを含む最小の長方形である、図２０において点線で示す範囲内の２１×１５個のＨＤ画素の予測値ということになる。

したがって、本実施の形態では、クラス分類適応処理回路４３において、少なくとも、このような２１×１５個のＨＤ画素の予測値が求められる。

クラス分類適応処理回路４３で求められたＨＤ画素の予測値は、誤差算出回路４４に供給される。誤差算出回路４４では、クラス分類適応処理回路４３からのＨＤ画素の予測値から、対応するＨＤ画素の真の画素値が減算され、その減算値である予測誤差のA例えば自乗和が求められる。そして、この自乗和が、誤差情報Ｅとして、制御回路４５に供給される。

制御回路４５は、誤差算出回路４４から誤差情報を受信すると、ステップＳ３４において、回数ｉが０であるかどうかを判定する。ステップＳ３４において、回数ｉが０であると判定された場合、すなわち、制御回路４５が受信した誤差情報Ｅが、注目画素の補正を行わずに得られたものである場合、ステップＳ３５に進み、注目画素の補正を行わずに得られた誤差情報（未補正時の誤差情報）を記

憶する変数$E_0$に、誤差情報Ｅがセットされ、また、前回得られた誤差情報を記憶する変数Ｅ’にも、誤差情報Ｅがセットされる。さらに、ステップＳ３５では、補正量△が、オフセット量Ｓだけインクリメントされ、制御回路４５は、それにより得られた補正量△だけ、注目画素の画素値を補正するように、補正回路４２を制御する。その後は、ステップＳ３２に戻り、以下、同様の処理を繰り返す。

この場合、ステップＳ３２において、回数ｉは１だけインクリメントされて１となるから、ステップＳ３４では、回数ｉが０でないと判定され、ステップＳ３６に進む。ステップＳ３６では、回数ｉが１であるかどうかが判定される。この場合、回数ｉは１となっているから、ステップＳ３６では、回数ｉは１であると判定され、ステップＳ３７に進み、前回の誤差情報Ｅ’が、今回の誤差情報Ｅ以上であるかどうかが判定される。ステップＳ３７において、前回の誤差情報Ｅ’が、今回の誤差情報Ｅ以上でないと判定された場合、すなわち、補正量△だけ注目画素の画素値を補正することにより、今回の誤差情報Ｅの方が、前回の誤差情報Ｅ’（ここでは、補正をしてない場合の誤差情報）より増加した場合、ステップＳ３８に進み、制御回路４５は、オフセット量Ｓに、－１を乗算したものを、新たなオフセット量Ｓとし、さらに、補正量△をオフセット量Ｓの２倍だけインクリメントし、ステップＳ３２に戻る。

すなわち、注目画素の画素値を、補正量△（この場合、△＝Ｓ）だけ補正することにより、補正しなかったときよりも誤差が増加した場合には、オフセット量Ｓの符号が反転される（本実施の形態では、ステップＳ３１において正の値がオフセット量Ｓにセットされているので、ステップＳ３８では、オフセット量Ｓの符号は、正か

ら負にされる）。さらに、前回はＳであった補正量△が、－Ｓにされる。

また、ステップＳ３７において、前回の誤差情報Ｅ’が、今回の誤差情報Ｅ以上であると判定された場合、すなわち、補正量△だけ注目画素の画素値を補正することにより、今回の誤差情報Ｅが、前回の誤差情報Ｅ’より減少した場合（又は前回の誤差情報Ｅ’と同じである場合）、ステップＳ３９に進み、制御回路４５は、補正量△をオフセット量Ｓだけインクリメントするとともに、前回の誤差情報Ｅ’に、今回の誤差情報Ｅをセットすることにより更新して、ステップＳ３２に戻る。

この場合、ステップＳ３２において、回数ｉは、さらに１だけインクリメントされて２となるから、ステップＳ３４又はＳ３６では、回数ｉが０又は１でないとそれぞれ判定され、その結果、ステップＳ３６からステップＳ４０に進む。ステップＳ４０では、回数ｉが２であるかどうかが判定される。いま、回数ｉは２となっているから、ステップＳ４０では、回数ｉは２であると判定され、ステップＳ４１に進み、未補正時の誤差情報$E_0$が今回の誤差情報Ｅ以下であり、かつオフセット量Ｓが負であるかどうかが判定される。

ステップＳ４０において、未補正時の誤差情報$E_0$が今回の誤差情報Ｅ以下であり、かつオフセット量Ｓが負であると判定された場合、すなわち、注目画素を＋Ｓだけ補正しても、また、－Ｓだけ補正しても、補正しないときより誤差が増加する場合、ステップＳ４２に進み、補正量△が０とされ、ステップＳ４６に進む。

また、ステップＳ４０において、未補正時の誤差情報$E_0$が今回の誤差情報Ｅ以下でないか、又はオフセット量Ｓが負でないと判定さ

れた場合、ステップＳ４３に進み、前回の誤差情報Ｅ’が、今回の誤差情報Ｅ以上であるかどうかが判定される。ステップＳ４３において、前回の誤差情報Ｅ’が、今回の誤差情報Ｅ以上であると判定された場合、すなわち、補正量△だけ注目画素の画素値を補正することにより、今回の誤差情報Ｅが、前回の誤差情報Ｅ’より減少した場合、ステップＳ４４に進み、制御回路４５は、補正量△をオフセット量Ｓだけインクリメントするとともに、前回の誤差情報Ｅ’に、今回の誤差情報Ｅをセットすることにより更新して、ステップＳ３２に戻る。

この場合、ステップＳ３２において、回数ｉは、さらに１だけインクリメントされて３となるから、以下では、ステップＳ３４，Ｓ３６、又はＳ４０では、回数ｉが０，１、又は２でないとそれぞれ判定され、その結果、ステップＳ４０からステップＳ４３に進む。したがって、ステップＳ４３において、前回の誤差情報Ｅ’が、今回の誤差情報Ｅ以上でないと判定されるまで、ステップＳ３２乃至Ｓ３４、Ｓ３６，Ｓ４０，Ｓ４３，Ｓ４４のループ処理が繰り返される。

そして、ステップＳ４３において、前回の誤差情報Ｅ’が、今回の誤差判定された場合、すなわち、補正量△だけ注目画素の画素値を補正することにより、今回の誤差情報Ｅの方が、前回の誤差情報Ｅ’より増加した場合、ステップＳ４５に進み、制御回路４５は、補正量△をオフセット量Ｓだけデクリメットし、ステップＳ４６に進む。すなわち、この場合、補正量△は、誤差が増加する前の値とされる。

ステップＳ４６では、制御回路４５は、補正回路４２を制御する

ことにより、ステップＳ４２又はＳ４５で得られた補正量△だけ注目画素の画素値を補正させ、これにより、注目画素の画素値は、適応処理により予測値を得るのに、予測誤差が最小となるような最適なものに補正される。

以上のようにして、注目画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットが、ＨＤ画像の予測値を求めるのに、最適なものに最適化された後、リターンする。

次に、図２１のフローチャートを参照して、図１６のステップＳ１４における注目画素の画素値のＬＳＢ側の４ビットを対象とした最適化処理について詳述する。

この場合、ステップＳ５１乃至Ｓ６６において、基本的に、図１９のステップＳ３１乃至Ｓ４６における場合とそれぞれ同様の処理が行われる。

但し、ステップＳ５１では、オフセット量Ｓには、初期値として、１６ではなく１がセットされる。すなわち、いまの場合、注目画素の画素値のＬＳＢ側の４ビットを対象としているので、オフセット量Ｓには、そのＬＳＢ側の４ビットを変化させるための最小値である１（＝$2^0$）がセットされる。

また、ステップＳ６６では、図１９のステップＳ４６における場合と同様に、注目画素の画素値が補正量△だけ補正されるが、これにより、その注目画素に対応する仮想画素の画素値も、補正量△の１６（＝$2^4$）倍の量だけ補正される。これは、次のような理由による。すなわち、注目画素のＬＳＢ側の４ビットは、図１１で説明したように、対応する仮想画素のＭＳＢの４ビットを表しており、例えば、いま、図２２に示すように、注目画素に対して、その左斜め

下に隣接する仮想画素が対応付けられているとすると、注目画素のＬＳＢ側の４ビットを補正するということは、その左下に隣接する仮想画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットを補正することになるからである。

次に、図２３のフローチャートを参照して、図１６のステップＳ１５における注目画素が色差信号のものである場合の最適化処理について詳述する。

この場合も、ステップＳ７１乃至Ｓ８６において、基本的に、図１９のステップＳ３１乃至Ｓ４６における場合とそれぞれ同様の処理が行われる。

但し、ステップＳ７１では、オフセット量Ｓには、初期値として、１６ではなく１がセットされる。すなわち、色差信号については、８ビットの画素値を変化させるための最小値である１（＝２°）がセットされる。

次に、図２４は、図５の受信装置４の構成の一例を示している。

受信機／再生装置７１においては、記録媒体２に記録された符号化データが再生され、又は伝送路３を介して伝送されてくる符号化データが受信され、分離部７２に供給される。分離部７２では、符号化データが、ＳＤ画像（最適ＳＤ画像）の画像データとクラス毎の予測係数ｗのセットとに分離され、いずれもクラス分類適応処理回路７３に供給される。

クラス分類適応処理回路７３は、図１３に示した最適化部２２を構成するクラス分類適応処理回路４３と同様にして、ＨＤ画像の予測値を求め、これが復号画像として出力される。この復号画像は、元の画像とほぼ同一の画像となる。

図２５は、図２４のクラス分類適応処理回路７３の構成の一例を示す。クラス分類適応処理回路７３は、クラス分類回路２０１と、遅延回路２０２と、予測タップ生成回路２０３と、係数ＲＡＭ２０４と、予測演算回路２０５とを備える。これらの回路は、図１５に示すクラス分類適応処理回路４３が備えるクラス分類回路１０１、遅延回路１０２、予測タップ生成回路１０３、係数ＲＡＭ１０４’、予測演算回路１０５とそれぞれ同様に構成されている。

以上のように構成されたクラス分類適応処理回路７３では、分離部７２からクラス毎の予測係数のセットが供給されると、これらのクラス毎の予測係数のセットが係数ＲＡＭ２０４に記憶される。そして、クラス分類適応処理回路７３では、係数ＲＡＭ２０４に記憶されているクラス毎の予測係数のセットを用いて、分離部７２から供給されるＳＤ画像に対して、クラス分類適応処理回路４３における場合と同様に処理が行われることで、ＨＤ画像の予測値が求められる。

すなわち、図２６のフローチャートに示すように、ステップＳ９１において、図１７Ａ，１７Ｂ又は図１８を用いて説明したようなクラスタップ又は予測タップが、クラス分類回路２０１又は予測タップ生成回路２０３においてそれぞれ形成される。さらに、クラス分類回路２０１では、クラスタップがクラス分類され、その結果得られるクラスが、アドレスとして係数ＲＡＭ２０４に供給される。係数ＲＡＭ２０４では、クラス分類回路２０１からのクラスに対応した予測係数のセットが読み出されて、予測演算回路２０５に供給される。

そして、ステップＳ９２において、予測演算回路２０５は、係数

ＲＡＭ２０４からの予測係数のセットと、予測タップ生成回路２０３が形成した予測タップとを用いて、ＨＤ画像の予測値を求め、処理を終了する。

なお、受信側においては、図２４に示すような受信装置４でなくても、間引きされた画像を単純な補間により復号する装置により、予測係数を用いずに、通常の補間を行うことで復号画像を得ることができる。但し、この場合に得られる復号画像は、画質（解像度）の劣化したものとなる。

以上のように、ＨＤ画像を圧縮することにより得られるＳＤ画像を構成するＳＤ画素の近傍に仮想画素を想定し、その画素値を、ＨＤ画像から求めるようにしたので、注目画素に近く、かつ多くの画素から予測タップを形成することができ、その結果、その予測タップを用いて復号することにより、元のＨＤ画像により近い復号画像を得ることができる。

さらに、ＳＤ画素の画素値のＬＳＢ側の４ビットに代えて、仮想画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットを配置するようにしたので、符号化効率が劣化することもない。

以上、本発明を、ＨＤ画像を符号化／復号する画像処理装置に適用した場合について説明したが、本発明は、その他のＳＤ画像などの標準解像度の画像等を符号化／復号する場合にも適用可能である。すなわち、例えば、ＮＴＳＣ方式などの標準方式のテレビジョン信号を間引きによって符号化／復号する場合にも適用可能である。但し、本発明は、データ量の多い、いわゆるハイビジョン方式のテレビジョン信号などを符号化／復号する場合に、特に有効である。また、本発明は、元の画像から各階層の画像データを生成して復号す

るいわゆる階層符号化を行う場合などにも適用可能である。

なお、本実施の形態では、輝度信号についてのみ、仮想画素をも用いて予測タップを形成するようにしたが、色差信号についても同様に、仮想画素を用いて予測タップを形成することが可能である。

また、本実施の形態においては、５×７個の画素をベースにして予測タップを形成するようにしたが、予測タップは、５×７個の画素に限定されるものではない。

さらに、本実施の形態では、仮想画素を用いて予測タップを形成する場合に、５×７である３５個の画素でなるブロックをベースとして、図１８に示したような３５個の画素からなる予測タップを形成するようにしたが、その他、例えば図２７に示すように、注目画素から遠いＳＤ画素に代えて、その注目画素に近い仮想画素を、さらに多く用いて、予測タップを形成するようにすることも可能である。

また、本実施の形態では、ＳＤ画素の画素値のＬＳＢ側の４ビットに代えて、仮想画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットを配置するようにしたが、その他、例えば、ＳＤ画素の画素値のＬＳＢ側の３ビットや２ビットに代えて、仮想画素の画素値のＭＳＢ側の３ビットや２ビットを配置するようにすることも可能である。但し、本件発明者が行ったシミュレーションによれば、ＳＤ画素の画素値を８ビットで表す場合においては、ＳＤ画素の画素値のＬＳＢ側の４ビットに代えて、仮想画素の画素値のＭＳＢ側の４ビットを配置したものによる復号画像のＳ／Ｎが最も良くなる結果が得られた。また、ＳＤ画像の画素値を置き換えるビット数が多い方が、階調が向上する傾向があった。

さらに、本実施の形態では、間引き回路３１において、ＨＤ画像を１／９に間引いてＳＤ画像を構成するようにしたが、ＳＤ画像は、その他の間引き率でＨＤ画像を間引いて構成することも可能である。

また、本実施の形態では、図１０に示したように、斜めに隣接するＳＤ画素どうしの間に、１個の仮想画素を設けるようにしたが、その間には、２個以上の仮想画素を設けるようにすることも可能である。

さらに、本実施の形態では、送信装置１を構成する最適化部２２（図１３）にクラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１を設け、クラス毎の予測係数のセットを更新するようにしたが、クラス毎の予測係数のセットは更新せずに、予め求めておいたものをそのまま使用することも可能である。すなわち、前述の図２５に示したような学習装置によって、予めクラス毎の予測係数のセットを学習により求めておき、それを、クラス分類適応処理回路４３において用いるようにすることが可能である。この場合、クラス分類適応処理回路４３は、図１に示される画像変換装置と同様の構成にすることができ、学習装置によって予め求められたクラス毎の予測係数のセットを、係数ＲＯＭ１０４に記憶されておけば良い。この場合、クラス分類適応処理（予測係数生成）回路４１は設ける必要がなくなり、送信装置１の簡素化を図ることが可能となる。

また、このような送信装置１に対応する受信装置４（図２４）では、予め求めたおいたクラス毎の予測係数のセットを記憶しておき、クラス分類適応処理回路７３において、そのクラス毎の予測係数のセットを用いて、予測値を求めさせるようにすれば良い。この場合、クラス分類適応処理回路７３は、図１に示す画像変換装置と同様に

構成することができる。そして、前述の図３に示すような学習装置によって、予めクラス毎の予測係数のセットを学習により求めておき、これらのクラス毎の予測係数のセットを、係数ＲＯＭ１０４に記憶されておけば良い。

また、図１９においては、注目画素の画素値を、オフセット量Ｓとしての１６ずつ補正することにより、予測誤差Ｅが最初に極小となる補正量△を検出するようにしたが、その他、例えば、注目画素の画素値がとり得る値の全てについて予測誤差Ｅを求め、その最小値を検出し、その場合の補正量△によって、注目画素の画素値を補正するようにすることも可能である。この場合、処理に時間を要することとなるが、よりＳ／Ｎの高い復号画像を得ることが可能となる。

さらに、このように注目画素の画素値がとり得る値の全てについて予測誤差Ｅを求める場合には、注目画素の画素値の初期値は、どのような値（但し、注目画素の画素値がとり得る範囲内の値）であっても良い。すなわち、この場合、初期値がどのような値であっても、予測誤差Ｅを最小にする補正値△を求めることができる。

また、以上のことは、図２１及び図２３で説明した処理についても同様である。

## 産業上の利用分野

本発明に係る画像信号符号化装置及び画像信号符号化方法では、原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生し、原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮

想画素を想定し、その仮想画素の画素値を原画像信号から算出し、圧縮画素の画素値の一部を仮想画素の画素値の一部に置き換え、圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素として、その注目画素の近傍の圧縮画素及び仮想画素から予測タップを形成する形成部と、予測タップと所定の予測係数とから原画像信号の予測値を予測し、予測された予測値からなる予測画像信号の原画像信号に対する予測誤差を算出し、予測誤差に応じて圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正することにより、符号化効率を劣化させることなく、原画像により近い復号画像を得ることができる。

本発明に係る画像信号復号装置及び画像信号復号方法では、符号化画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の画素から予測タップを形成し、予測タップと所定の予測係数とから復元画像信号の画素値を生成する。復号される符号化画像信号は、原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生し、原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を原画像信号から算出し、圧縮画素の画素値の一部を仮想画素の画素値の一部に置き換え、圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の圧縮画素及び仮想画素から予測タップを形成し、予測タップと所定の予測係数とから原画像信号の予測値を予測し、予測された予測値からなる予測画像信号の原画像信号に対する予測誤差を算出し、予測誤差に応じて圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正することにより発生されている。したがって、本発明に係る画像信号復号装置及び画像信号復号方法では、原画像により近い復号画像を得ることができる。

本発明に係るマシンによって復号可能な記録媒体には、原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生し、原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を原画像信号から算出し、圧縮画素の画素値の一部を仮想画素の画素値の一部に置き換え、圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の圧縮画素及び仮想画素から予測タップを形成し、予測タップと所定の予測係数とから原画像信号の予測値を予測し、予測された予測値からなる予測画像信号の原画像信号に対する予測誤差を算出し、予測誤差に応じて圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正することにより発生された記録信号が記録されている。したがって、その記録信号から、原画像により近い復号画像を得ることができる。

# 請求の範囲

1．画像信号を符号化する画像信号符号化装置において、

原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生する圧縮部と、

上記原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を上記原画像信号から算出する第１の算出部と、

上記圧縮画素の画素値の一部を上記仮想画素の画素値の一部に置き換える置換部と、

上記圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素として、その注目画素の近傍の上記圧縮画素及び上記仮想画素から予測タップを形成する形成部と、

上記予測タップと所定の予測係数とから上記原画像信号の予測値を予測する予測部と、

上記予測された予測値からなる予測画像信号の上記原画像信号に対する予測誤差を算出する第２の算出部と、

上記予測誤差に応じて上記圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正する補正部とを備える画像信号符号化装置。

2．更に、上記原画像信号と上記圧縮画像信号又は補正された圧縮画像信号とに基づいて上記予測係数を演算する演算部と、

最適圧縮画像信号と上記予測係数を伝送する伝送部とを備えることを特徴とする請求の範囲第１項に記載の画像信号符号化装置。

3．上記所定の予測係数は、学習画像信号と学習圧縮画像信号とから予め学習によって演算されており、上記予測部は、上記予測係数

を記憶するメモリを有していることを特徴とする請求の範囲第１項に記載の画像信号符号化装置。

４．上記所定の予測係数は、上記圧縮画像信号の特徴に応じたクラス毎の予測係数からなり、

更に、上記原画像信号と上記圧縮画像信号又は補正された圧縮画像信号とに基づいて上記クラス毎の予測係数を演算する演算部と、

最適圧縮画像信号とクラス毎の予測係数を伝送する伝送部とを備え、

上記予測部は、上記圧縮画像信号の特徴に対応するクラスの予測係数と上記予測タップから上記予測値を予測することを特徴とする請求の範囲第１項に記載の画像信号符号化装置。

５．上記所定の予測係数は、上記圧縮画像信号の特徴に応じたクラス毎の予測係数からなり、上記予測部は、上記圧縮画像信号の特徴に対応するクラスの予測係数と上記予測タップから上記予測値を予測することを特徴とする請求の範囲第１項に記載の画像信号符号化装置。

６．上記クラス毎の予測係数は、学習圧縮画像信号の特徴に対応するクラス毎に、学習画像信号と学習圧縮画像信号とから演算されており、上記予測部は、上記クラス毎の予測係数を記憶するメモリを有することを特徴とする請求の範囲第５項に記載の画像信号符号化装置。

７．上記置換部は、上記圧縮画素の画素値のＬＳＢからの所定ビットを上記仮想画素の画素値のＭＳＢからの所定ビットに置き換えることを特徴とする請求の範囲第１項に記載の画像信号符号化装置。

８．符号化画像信号を復号する画像信号復号装置において、

上記符号化画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の画素から予測タップを形成する形成部と、

上記予測タップと所定の予測係数とから復元画像信号の画素値を生成する生成部とを備え、

上記符号化画像信号は、

原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生し、

上記原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を上記原画像信号から算出し、

上記圧縮画素の画素値の一部を上記仮想画素の画素値の一部に置き換え、

上記圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の上記圧縮画素及び上記仮想画素から予測タップを形成し、

上記予測タップと所定の予測係数とから上記原画像信号の予測値を予測し、

上記予測された予測値からなる予測画像信号の上記原画像信号に対する予測誤差を算出し、

上記予測誤差に応じて上記圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正することにより発生されることを特徴とする画像信号復号装置。

９．上記所定の予測係数は、上記符号化画像信号とともに供給されることを特徴とする請求の範囲第８項に記載の画像信号復号装置。

１０．上記所定の予測係数は、学習画像信号と学習圧縮画像信号と

から予め学習によって演算されており、上記生成部は、上記予測係数を記憶するメモリを有していることを特徴とする請求の範囲第８項に記載の画像信号復号装置。

１１．上記所定の予測係数は、上記圧縮画像信号の特徴に応じたクラス毎の予測係数からなり、上記クラス毎の予測係数は、上記符号化画像信号とともに供給されることを特徴とする請求の範囲第８項に記載の画像信号復号装置。

１２．上記所定の予測係数は、上記圧縮画像信号の特徴に応じたカラス毎の予測係数からなり、上記生成部は、上記圧縮画像信号の特徴に対応するクラスの予測係数と上記予測タップから上記予測値を予測することを特徴とする請求の範囲第８項に記載の画像信号復号装置。

１３．上記クラス毎の予測係数は、学習圧縮画像信号の特徴に対応するクラス毎に、学習画像信号と学習圧縮画像信号とから演算されており、上記生成部は、上記クラス毎の予測係数を記憶するメモリを有していることを特徴とする請求の範囲第１２項に記載の画像信号復号装置。

１４．上記符号化画像信号の画素の画素値のＬＳＢからの所定ビットが、上記仮想画素の画素値のＭＳＢからの所定ビットに置き換えられていることを特徴とする請求の範囲第８項に記載の画像信号復号装置。

１５．画像信号を符号化する画像信号符号化方法において、

原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生するステップと、

上記原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素

である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を上記原画像信号から算出するステップと、

上記圧縮画素の画素値の一部を上記仮想画素の画素値の一部に置き換えるステップと、

上記圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素として、その注目画素の近傍の上記圧縮画素及び上記仮想画素から予測タップを形成するステップと、

上記予測タップと所定の予測係数とから上記原画像信号の予測値を予測するステップと、

上記予測された予測値からなる予測画像信号の上記原画像信号に対する予測誤差を算出するステップと、

上記予測誤差に応じて上記圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正するステップとを有する画像信号符号化方法。

１６．更に、上記原画像信号と上記圧縮画像信号又は補正された圧縮画像信号とに基づいて上記予測係数を演算するステップと、

最適圧縮画像信号と上記予測係数を伝送するステップとを有することを特徴とする請求の範囲第１５項に記載の画像信号符号化方法。

１７．上記所定の予測係数は、学習画像信号と学習圧縮画像信号とから予め学習によって演算されており、上記原画像信号の予測値を予測するステップは、上記予測係数を用いることを特徴とする請求の範囲第１５項に記載の画像信号符号化方法。

１８．上記所定の予測係数は、上記圧縮画像信号の特徴に応じたクラス毎の予測係数からなり、

更に、上記原画像信号と上記圧縮画像信号又は補正された圧縮画像信号とに基づいて上記クラス毎の予測係数を演算するステップと、

最適圧縮画像信号とクラス毎の予測係数を伝送するステップとを有し、

上記原画像信号の予測値を予測するステップは、上記圧縮画像信号の特徴に対応するクラスの予測係数と上記予測タップから上記予測値を予測することを特徴とする請求の範囲第１５項に記載の画像信号符号化方法。

１９．上記所定の予測係数は、上記圧縮画像信号の特徴に応じたクラス毎の予測係数からなり、上記原画像信号の予測値を予測するステップは、上記圧縮画像信号の特徴に対応するクラスの予測係数と上記予測タップから上記予測値を予測することを特徴とする請求の範囲第１５項に記載の画像信号符号化方法。

２０．上記クラス毎の予測係数は、学習圧縮画像信号の特徴に対応するクラス毎に、学習画像信号と学習圧縮画像信号とから演算されており、上記原画像信号の予測値を予測するステップは、上記クラス毎の予測係数を用いることを特徴とする請求の範囲第１９項に記載の画像信号符号化方法。

２１．上記圧縮画像の画素値の一部を置き換えるステップは、上記圧縮画素の画素値のＬＳＢからの所定ビットを上記仮想画素の画素値のＭＳＢからの所定ビットに置き換えることを特徴とする請求の範囲第１５項に記載の画像信号符号化方法。

２２．符号化画像信号を復号する画像信号復号方法において、

上記符号化画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の画素から予測タップを形成するステップと、

上記予測タップと所定の予測係数とから復元画像信号の画素値を

生成するステップとを有し、

上記符号化画像信号は、

原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生し、

上記原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を上記原画像信号から算出し、

上記圧縮画素の画素値の一部を上記仮想画素の画素値の一部に置き換え、

上記圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の上記圧縮画素及び上記仮想画素から予測タップを形成し、

上記予測タップと所定の予測係数とから上記原画像信号の予測値を予測し、

上記予測された予測値からなる予測画像信号の上記原画像信号に対する予測誤差を算出し、

上記予測誤差に応じて上記圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正することにより発生されることを特徴とする画像信号復号方法。

２３．上記所定の予測係数は、上記符号化画像信号とともに供給されることを特徴とする請求の範囲第２２項に記載の画像信号復号方法。

２４．上記所定の予測係数は、学習画像信号と学習圧縮画像信号とから予め学習によって演算されており、上記復元画像信号の画素値を生成するステップは、上記予測係数を用いることを特徴とする請求の範囲第２２項に記載の画像信号復号方法。

２５．上記所定の予測係数は、上記圧縮画像信号の特徴に応じたクラス毎の予測係数からなり、上記クラス毎の予測係数は、上記符号化画像信号とともに供給されることを特徴とする請求の範囲第２２項に記載の画像信号復号方法。

２６．上記所定の予測係数は、上記圧縮画像信号の特徴に応じたカラス毎の予測係数からなり、上記復元画像信号の画素値を生成するステップは、上記圧縮画像信号の特徴に対応するクラスの予測係数と上記予測タップから上記予測値を予測することを特徴とする請求の範囲第２２項に記載の画像信号復号方法。

２７．上記クラス毎の予測係数は、学習圧縮画像信号の特徴に対応するクラス毎に、学習画像信号と学習圧縮画像信号とから演算されており、上記復元画像信号の画素値を生成するステップは、上記クラス毎の予測係数を用いることを特徴とする請求の範囲第２６項に記載の画像信号復号方法。

２８．上記符号化画像信号の画素の画素値のＬＳＢからの所定ビットが、上記仮想画素の画素値のＭＳＢからの所定ビットに置き換えられていることを特徴とする請求の範囲第２２項に記載の画像信号復号方法。

２９．マシンによって復号可能な記録媒体において、

上記記録媒体は、記録信号が記録されており、

上記記録信号は、

上記原画像信号の画素数より画素数の少ない圧縮画像信号を発生し、

上記原画像信号を構成する画素の圧縮画素の近傍に、仮想の画素である仮想画素を想定し、その仮想画素の画素値を上記原画像信号

から算出し、

上記圧縮画素の画素値の一部を上記仮想画素の画素値の一部に置き換え、

上記圧縮画像信号を構成する圧縮画素のうちの１つを注目画素とし、その注目画素の近傍の上記圧縮画素及び上記仮想画素から予測タップを形成し、

上記予測タップと所定の予測係数とから上記原画像信号の予測値を予測し、

上記予測された予測値からなる予測画像信号の上記原画像信号に対する予測誤差を算出し、

上記予測誤差に応じて上記圧縮画像信号を構成する圧縮画素の画素値を補正することにより発生されることを特徴とする記録媒体。