(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3774954号
(P3774954)
(45)発行日　平成18年5月17日(2006.5.17)　(24)登録日　平成18年3月3日(2006.3.3)

(51)Int.Cl.　F I
H04N 7/32 (2006.01)　H04N 7/137 Z

請求項の数 1　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平8-287932
(22)出願日　平成8年10月30日(1996.10.30)
(65)公開番号　特開平10-136375
(43)公開日　平成10年5月22日(1998.5.22)
審査請求日　平成14年7月19日(2002.7.19)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　100075096
弁理士　作田　康夫
(72)発明者　鈴木　芳典
東京都国分寺市東恋ケ窪一丁目２８０番地
株式会社日立製作所中央研究所内

審査官　江嶋　清仁

最終頁に続く

(54)【発明の名称】動画像の符号化方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
画像を複数個のブロックに分割するステップと、
前記各ブロック毎にグローバル動き補償とローカル動き補償のいずれかを選択するステップと、
前記選択した動き補償を行った結果から得た予測誤差信号に直交変換を行なうステップと、
前記直交変換を行って得た直交変換係数を量子化パラメータで量子化するステップとを有し、
前記選択は、前記グローバル動き補償を行ったときのブロック内の予測誤差信号の絶対値和から前記量子化パラメータによって決定される値を減算してグローバル動き補償の評価値を求め、及び、前記ローカル動き補償を行ったときのブロック内の予測誤差信号の絶対値和から前記量子化パラメータによって決定される値を減算してローカル動き補償の評価値求め、グローバル動き補償とローカル動き補償それぞれの評価値を比較し、前記評価値が小さい方の動き補償を選択することによって行われ、
かつ、前記評価値は、ローカル動き補償で動きベクトルの値が０の場合には、予測誤差信号の絶対値和から量子化パラメータの値が大きいほど大きくなる値ｎを減算し、グローバル動き補償の場合には、予測誤差信号の絶対値和から量子化パラメータの値が大きいほど大きくなる値ｋを減算し、ｋはｎより大きい値であることにより、前記量子化パラメータによって決定される値が大きい程、前記グローバル動き補償が選択されやすい値に決定

され、更に、ローカル動き補償の動きベクトルの値が０でない場合には、予測誤差信号の絶対値和から所定の値ｍを減算し、ローカル動き補償の動きベクトルの値が０である場合には、予測誤差信号の絶対値和から上記所定の値ｍよりも大きな値ｎを減算することにより、０ベクトルが選ばれやすくなるように、ローカル動き補償の動きベクトルの値が０である場合とない場合とで異なる値であること
を特徴とする動画像の符号化方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ディジタル動画像符号化技術に属するものである。

【０００２】

【従来の技術】

ディジタル動画像の高能率符号化において、時間的に隣接するフレーム間の相関を利用する動き補償方法は大きな圧縮効果を生むことが知られている。このため、動画像符号化方式の国際標準MPEG1とMPEG2でも半画素精度のブロックマッチングの技術が用いられている。この方式では、符号化しようとする画像を多数のブロックに分割し、ブロック毎にその動きベクトルを水平・垂直方向に隣接画素間距離の半分の長さを最小単位として求めている。この処理を数式を用いて表現すると以下のようになる。符号化しようとするフレーム（現フレーム）の予測画像をP(x, y)、参照画像（Pと時間的に近接しており、既に符号化が完了しているフレームの復号画像）をR(x, y)とする。またx、yは整数であるとして、PとRでは座標値が整数である点に画素が存在すると仮定する。このとき、PとRの関係は

【０００３】

【数１】

$$P(x, y) = R(x - u_i, y - v_i),\ (x, y) \in B_i \quad (1 \leqq i \leqq a) \qquad \cdots (数1)$$

【０００４】

で表される。ただし、画像はａ個のブロックに分割されるとして、Biは画像のi番目のブロックに含まれる画素、(ui,vi)はi番目のブロックの動きベクトルを表している。

【０００５】

半画素精度のブロックマッチングでは、uiとviはそれぞれ画素間距離の半分、つまりこの場合は１／２を最小単位として求められることになる。従って、座標値が整数ではなく、参照画像において実際には画像が存在しない点（以後、このような点を内挿点とよぶ）の輝度値を求めることが必要となる。この際の処理としては、周辺４画素を用いた共１次内挿が使われることが多い。この内挿方式を数式で記述すると、座標値の少数部分をαとβ（０≦α，β＜１）として、参照画像の内挿点(x+α，y+β)における輝度値R(x+α，y+β)は

【０００６】

【数２】

$$\begin{aligned} R(x+\alpha, y+\beta) = {} & (1-\beta)((1-\alpha)R(x, y) + \alpha R(x+1, y)) \\ & + \beta((1-\alpha)R(x, y+1) + \alpha R(x+1, y+1)) \end{aligned} \qquad \cdots (数2)$$

【０００７】

で表される。

【０００８】

なお、ブロックマッチングのようにブロック毎にを行う動き補償方法を局所的な動きを検出するという意味から、以後ローカル動き補償と呼ぶことにする。

【０００９】
国際標準方式H.263においても、このブロックマッチングが用いられている。またH.263では、１６画素×１６画素のマクロブロックを８画素×８画素の４個の小ブロックに分割し、各小ブロック毎にブロックマッチングを行うことも可能となっている。H.263の詳細なアルゴリズムは「DRAFT ITU-T Recommendation H.263, 1995.12.5」に述べられているが、ここでは時間的に正方向の既符号化フレームのみを参照画像として動き補償が行われるＰピクチャを対象として、符号化アルゴリズムを説明する。
【００１０】
図２はマクロブロックの構造を示している。マクロブロックは１６画素×１６画素のＹ信号ブロック１００とそれと空間的に対応する８画素×８画素の２個の色差信号ブロック５と６で構成される。更にＹ信号ブロック１００は４個の８画素×８画素ブロック１、２、３、４から構成されている。 H.263では、予測誤差信号に離散コサイン変換（ＤＣＴ）をかけた後、その結果として生じる変換係数を量子化して符号化を行うが、このＤＣＴは１～６の８画素×８画素ブロック単位で行われる。また、 H.263には３種類の予測タイプがあり、マクロブロック単位で選択される。具体的な予測タイプは以下の通りである。
【００１１】
Ｐ－１．動き補償を行わずブロック内の画素に直接ＤＣＴを施すINTRAモード。
【００１２】
Ｐ－２．１６画素×１６画素のブロックで動き補償を行い、１個の動きベクトルの符号化を伴うINTERモード。
【００１３】
Ｐ－３．１６画素×１６画素のブロックを８画素×８画素の小ブロックに４分割し、小ブロック毎に動き補償を行い、４個の動きベクトルの符号化を伴うINTER4Vモード。
【００１４】
図３はH.263における符号化ブロックダイヤグラムを示している。ここでは、時間的に正の方向で動きの予測を行うPピクチャを例に取って説明する。まず、入力画像がローカル動き補償処理部３１に入力され、フレームメモリ３２から取り出される参照画像との間で各Ｙ信号マクロブロックのローカル動き補償が行われる。 その結果、各マクロブロックの予測に伴うローカル動きベクトルが符号化器３８へ出力され、動き補償画像がINTRA/INTERスイッチ３９－１へ出力される。この動き補償処理部３１の詳細については、図４において説明する。次に符号化ブロック、予測方法、量子化方法等を取り決める制御装置３３より送られる制御信号によって制御されるINTRA/INTERスイッチ３９－１と３９－２に従って、動き補償画像と入力画像から生成される符号化対象画像が変換器３４に入力され、ＤＣＴが行われる。そこで生成される各マクロブロックの変換係数は、制御装置３３で要求条件（符号化レート、再生画質等）から選択された量子化パラメータQP（H.263のdescriptionではQUANTと記述されているが本明細書ではQPと記述する）に従って、量子化器３５により量子化される。このQPは１から３１までの正の整数である。変換係数ＣＯＦは
【００１５】
【数３】

$$LEVEL = COF\,//8, \quad (INTRA\ DC)$$
$$LEVEL = |COF|/(2\times QP), \quad (INTRA\ AC) \qquad \cdots (数3)$$
$$LEVEL = (|COF| - QP/2)/(2\times QP), \quad (INTER)$$

【００１６】
により量子化される。ここでＬＥＶＥＬは量子化値、ＤＣは変換係数の直流成分、ＡＣは交流成分を表す。演算子‘／’は小数点以下切り捨てを表し、演算子‘／／’は小数点以下四捨五入を表す。

【００１７】
ここで算出された量子化値は符号化器３８に送られる、また逆量子化器３６で逆量子化される。量子化値ＬＥＶＥＬのうちINTRAモードの直流分は
【００１８】
【数４】

$$DCOF = LEVEL \times 8 \qquad \cdots (数4)$$

【００１９】
により逆量子化される。その他の量子化値は
【００２０】
【数５】

$$\begin{aligned} |DCOF| &= 0, \quad (LEVEL = 0) \\ |DCOF| &= 2 \times QP \times LEVEL + QP, \quad (LEVEL \neq 0, QP \in odd) \\ |DCOF| &= 2 \times QP \times LEVEL + QP - 1, \quad (LEVEL \neq 0, QP \in even) \end{aligned} \qquad \cdots (数5)$$

【００２１】
により絶対値として逆量子化され、
【００２２】
【数６】

$$\begin{aligned} DCOF &= |DCOF|, \ (DCOF \geq 0) \\ &= -|DCOF|, \ (DCOF < 0) \end{aligned} \qquad \cdots (数6)$$

【００２３】
により正負の符号がつけられる。ここでＤＣＯＦは逆量子化値を表す。算出された逆量子化値は逆変換器３７により逆ＤＣＴがかけられる。この逆変換値は、制御装置３３によって制御されているINTRA/INTERスイッチ３９－３の選択結果に従って動き補償画像と合成された後、フレームメモリ３２に入力される。符号化器３８では、制御装置３３により決められたマクロブロック毎の符号化ブロックの情報（図２の１～６のうち、どのブロックに符号化すべき情報があるかを示す）、予測タイプ情報、量子化パラメータに加えて、各DCT係数の量子化値やローカル動きベクトルが入力された上で多重符号化される。
【００２４】
図４は、図３のローカル動き補償処理部３１の詳細を示した図である。入力画像（現フレーム）はまず、INTERローカル動き推定装置３１１とINTER4Vローカル動き推定装置３１２に入力される。この３１１と３１２では、フレームメモリ３２から取り出される参照画像との間で、INTERモードのローカル動き推定とINTER4Vモードのローカル動き推定（１６×１６ブロックを図２の１～４の小ブロックに分割して、それぞれ動き推定を行う）が行われる。ここで入力画像がａ個のマクロブロック（１≦ｉ≦ａ）に分割されるものと仮定すると、INTERローカル動き推定装置では
【００２５】
【数７】

$$E_i(u,v) = \begin{cases} \sum_{x=X_i}^{X_i+15}\sum_{y=Y_i}^{Y_i+15}\left|F(x,y)-R(x-u,y-v)\right|-258, & (u=v=0) \\ \sum_{x=X_i}^{X_i+15}\sum_{y=Y_i}^{Y_i+15}\left|P(x,y)-R(x-u,y-v)\right|-129, & (u\neq 0 \quad or \quad v\neq 0) \end{cases},$$

$$(x, y) \in B_i\ (X_i \leq x < X_i+16, Y_i \leq y < Y_i+16), (u,v) \in A_i \quad \cdots (数7)$$

【００２６】
、INTER4Vローカル動き推定装置では
【００２７】
【数８】

$$4E_{i,j}(u_j,v_j \mid 1 \leq j \leq 4) = \sum_{j=1}^{4}\sum_{x=X_{i,j}}^{X_{i,j}+7}\sum_{y=Y_{i,j}}^{Y_{i,j}+7}\left|F(x,y)-R(x-u_j,y-v_j)\right|,$$

$$(x, y) \in B_{i,j}\ (X_{i,j} \leq x < X_{i,j}+8, Y_{i,j} \leq y < Y_{i,j+}8), B_{i,j} \in B_i, (u_j, v_j) \in A_{i,j}$$

$$\cdots (数8)$$

【００２８】
の演算が各マクロブロック毎に探索範囲内の候補ローカル動きベクトルに対して行われ、Ei(u,v)および4Ei,j(uj,vj|1≦j≦4)を最小とするローカル動きベクトルがそれぞれ検出される。この数７および数８で使用している記号の意味は次の通りである。
【００２９】
F(x,y)：符号化しようとするフレーム（現フレーム）の原画像のY信号。x、yは整数。
【００３０】
R(x,y)：フレームメモリから取り出される参照画像（Fと時間的に近接しており、既に符号化が完了しているフレームの復号画像）のY信号。 x、yは整数。ローカル動きベクトルが実数の内挿方式は数２に従う。
【００３１】
Ei(u,v)：画像Ｆをａ個の１６×１６ブロックに分割したとき、ｉ番目のブロックのローカル動きベクトル(u,v)に対する評価値。
【００３２】
4Ei,j(uj,vj|1≦j≦4)：画像Fをａ個の１６×１６ブロックに分割したとき、ｉ番目のブロックにおける４個の８×８ブロックのローカル動きベクトル(u1,v1),(u2,v2),(u3,v3),(u4,v4)に対する評価値。
【００３３】
Bi：画像Fをａ個の１６×１６ブロックに分割したとき、ｉ番目のブロックに含まれる画素。各画素は Xi≦x＜Xi＋16、Yi≦y＜Yi＋16の範囲に属する（x、yは整数）。（Xi, Yi）はブロックｉの左上端の画素。
【００３４】
Bi,j：ブロックｉを、４個の８×８ブロックに分割したとき、ｊ番目のブロックに含まれる画素。ｊの値は１～４の整数であり、図２のY信号ブロックの１～４に相当する。各画素は Xi,j≦x＜Xi,j＋８、Yi,j≦y＜Yi,j＋８の範囲に属する（x、yは整数）。（Xi,j, Y

i,j）はブロックｉ内のｊ番目の８×８ブロックの左上端の画素。

【００３５】

Ai：ｉ番目の１６×１６ブロックの動き探索範囲内のローカル動きベクトル。画素精度は半画素。水平・垂直方向の各成分u、vは0.5刻みの値に制限された実数。

【００３６】

Ai,j：ｉ番目の１６×１６ブロックのうち、ｊ番目の８×８ブロックの動き探索範囲内のローカル動きベクトル。ｊの値は１～４の整数であり、図２のY信号ブロックの１～４に相当する。水平・垂直方向の各成分uj、vjは0.5刻みの値に制限された実数。

【００３７】

次に、INTERモードのローカル動き推定の評価値Eiの最小値とINTER4Vモードのローカル動き推定の評価値4Ei,jの最小値が制御装置３３に伝達される。制御装置は、その２値を比較して、Eiの最小値が4Ei,jの最小値より小さいまたはEiの最小値と4Ei,jの最小値が同値の場合にはINTERモードをマクロブロックｉの動き予測タイプとして選択し、4Ei,jの最小値がEiの最小値より小さい場合にはINTER4Vモードをマクロブロックｉの動き予測タイプとして選択する。さらに、入力画像のアクティビティーと上記の評価値からINTRA/INTERの判定を行う。

【００３８】

この評価結果を受けて、制御装置３３が予測タイプスイッチを３１３制御し、選択された予測タイプに従ってローカル動きベクトルがローカル動き補償装置３１４に出力される。ローカル動き補償装置３１４では、フレームメモリ３２より取り出される参照画像を対象として各マクロブロックのローカル動きベクトルを補償し、動き予測画像を生成する。そして、動き予測画像がINTER/INTRAスイッチ３９－１に、各マクロブロックのローカル動きベクトルが符号化器３８に出力される。

【００３９】

この図４の動き推定では、数７に示すように、予測誤差信号の絶対値和を動き推定時の基本的な評価値としている。そして、動きベクトルの符号化情報量の少ない特定の動きが優先的に検出されるように、その動きについてのみその基本的な評価値から一定値を引くという手段を用いている（この場合は、動きベクトルが水平・垂直方向とも０の場合には２５８、動きベクトルが０でない場合には１２９を引いている）。これは、予測誤差信号における符号化情報量の多少の増加を許容することにより、動きベクトルの符号化情報量を抑制するという方法である。このような技術は、動きベクトルの符号化に要する情報量の割合が全体の符号化情報に対して大きい場合には有効である。数７の場合には、０ベクトルの符号化に要する符号化ビット数がその他の動きベクトルの符号化に要する符号化ビット数よりも少ないという点と、INTERモードで符号化される動きベクトルが１本であるのに対して、INTER4Vでは４本の動きベクトルを符号化しなければならないという点に注目している。

【００４０】

国際標準方式H.261、H.263、MPEG1、MPEG2（H.261、MPEG1、MPEG2に関しては、例えば、藤原　洋監修「最新MPEG教科書」(1994.8)などに解説されている）で用いられている動き補償は、すべてローカル動き補償の技術を用いた予測方法である。このローカル動き補償に対して、スポーツ放送のようにカメラのパンやズーム操作を伴う画像シーケンスでは、画像全体の総体的な動きを補償する方法が効果的であることが報告されている（例えば、上倉他、「動画像符号化におけるグローバル動き補償法」、電子情報通信学会論文誌、Vol.J76-B-1、No.12、pp944-952、平5-12参照）。この動き補償方法はグローバル動き補償方法と呼ばれている。グローバルな動きを補償する方法はいくつか存在するが、ここでは、共１次変換を用いる方法を例として挙げる。この変換では隣接する画素が異なる動きベクトルを持つことが許容されるため、平行移動の他に回転、拡大縮小、変形等の動きにも対応できる。ここで、グローバル動き補償によって作成される動き補償画像をグローバル動き補償予測画像と呼ぶことにし、このグローバル動き補償予測画像上の画素(x,y)を算出する方法を共１次変換を用いた例で説明する。

【００４１】
まず、現フレーム上の画素(x,y)が、参照画像との間の時間的な経過により、空間的に(tx(x,y), ty(x,y))で表される画素位置から移動したものと仮定する。この時、現フレームの予測画像であるグローバル動き補償予測画像上の画素(x,y)の動きベクトルは、(x-tx(x,y), y-ty(x,y)) で表わされる。共１次変換を用いる場合、空間的な対応点(tx(x,y), ty(x,y))は、
【００４２】
【数９】

$$tx(x,y) = b_1xy + b_2x + b_3y + b_4$$
$$ty(x,y) = b_5xy + b_6x + b_7y + b_8 \quad \cdots (数9)$$

【００４３】
を用いて算出される。従って、参照画像からグローバル動き補償予測画像を作成するためには、動き推定パラメータｂ１からｂ８を求めなければならないが、これらのパラメータは４個の画素に対する動きベクトルから一意に算出できる。また、動き推定パラメータの符号化においても、ｂ１からｂ８を直接符号化、伝送するのではなく、その算出に利用された４個の動きベクトルを符号化、伝送すれば、グローバル動き補償予測画像の再生は可能である。なお、グローバル動き補償により発生する動き推定パラメータをグローバル動き推定パラメータと定義する。
【００４４】
この４個の動きベクトルは、符号化側と復号化側での取り決めが成されていれば、その画素位置に規定される必要はない。但し、グローバル動き補償予測画像の端に存在する画素の動きベクトルが探索の範囲を超えてしまう場合には、グローバル動き補償予測画像を復号側で完全に再生することができない。そこで、一般的には、画像の４隅の画素に対する動きベクトルを伝送することが多い。
【００４５】
図５はグローバル動き補償方法の例を示している。５０１は現フレームの原画像、５０２はその参照画像を示している。５０３は原画像全体を１つの領域（パッチ）と見た場合のパッチを示しており、５０４、５０５、５０６、５０７がその格子点の配置を示している。ここで、パッチ５０３を用いて、５０１から５０２への動き・変形分を補償すると、参照画像５０２は５０８のように変形する。また、この動き補償により格子点５０４、５０５、５０６、５０７はそれぞれ５０９、５１０、５１１、５１２に移動し、各格子点はその動き量に伴う動きベクトルをそれぞれ保持することになる。従って、この４個の動きベクトルを復号化側に伝送すれば、数９を用いて符号化側と復号化側で共通のグローバル動き補償予測画像が作成できる。なお、このグローバル動き補償予測画像の作成方法には、「特願平　８－６０５７２」に参照されるような、高速アルゴリズムも存在する。
【００４６】
このグローバル動き補償は、画像全体が統一的に同じ動きをしている場合には有効的であるが、画像内に異なる動きをする領域が存在する場合には、そのうちの１パターンの動きにしか対応できない。そこで、原画像とグローバル動き補償予測画像との間に存在する空間的な動き量を補償するため、グローバル動き補償予測画像を参照画像としてローカル動き補償を行う方法も用いられている。更に、静止領域や従来の単純な平行移動にも対応するため、グローバル動き補償を行っていない画像とグローバル動き補償を行った画像に対してそれぞれローカル動き補償を行い、ブロック単位で適応化する方法もある。
【００４７】
【発明が解決しようとする課題】
符号化時の情報量が少ない動きベクトルが検出されやすくなるように、動き推定に用いる

基本評価値から特定の動きベクトルの場合のみ一定量を引いて評価を行う場合、その値が常に一定では、動きベクトルの符号化情報量の削減に伴う予測特性の劣化の影響が考慮できない。

【００４８】

【課題を解決するための手段】

変換係数を量子化する際の量子化ステップ幅を決める量子化パラメータによって、量子化ステップ幅が小さいほど評価値より引く差分値が小さくなるように設定することで、予測特性の劣化を防ぐ。

【００４９】

【発明の実施の形態】

「従来の技術」の数７と数８に示したような動き推定の評価値の制御方法は、動きベクトルの符号化情報量の割合が全体の符号化情報量に対して大きい場合には有効に機能する。しかし、この動き推定の基本評価値から一定量を差し引くという動きベクトルの情報量の削減技術は動き補償の性能劣化も伴っている。そのため、動きベクトルの符号化情報量の割合が予測誤差信号の符号化情報量に対して小さい場合にこの方法を用いると、動きベクトルの符号化情報の削減量より、予測誤差信号の符号化情報の増加量の方が多くなることもあり、結果的に符号化効率が劣化する場合も考えられる。そこで、本発明ではDCT係数を量子化する際の量子化パラメータQP（QPについては「従来の技術」の項目にH.263の例を記載）が予測誤差信号の符号化情報量に関与しているという事実（QPが小さければ、量子化ステップ幅が小さくなるため符号量は増大する）に着目した。数３で示されている通りH.263のQPは値が小さいほど量子化ステップ幅が小さくなる仕組みとなっている。従って、QPが大きいほどＤＣＴ係数の符号化に要する情報量が少なくなることは明らかである。これに伴い、QPが大きくなるほど全符号量に対する動きベクトルの符号化情報量が増加することも明らかである。本発明では、数７のような動き推定時の０ベクトルやINTER4Vモードに対するINTERモードの評価値等への差分値を、QPが小さいときには小さく、QPが大きいときには大きくすることでＤＣＴ係数の符号化情報量の変動に対応する。

【００５０】

図６に本発明をH.263の符号化方式に適用する場合の符号化ブロックダイヤグラムを示している。この図がH.263の基本ダイヤグラム図３と異なるのはローカル動き補償処理部６１と制御装置６３のみである。これは、即ち制御装置６３により決定される量子化パラメータをローカル動き補償処理部６１が必要とするかどうかの違いだけである。つまり、本発明を実現させるための装置上の付加およびアルゴリズム上の付加は非常に少ない。６１と６３以外の図６の説明は図３の説明と重なるためここでは割愛する。

【００５１】

次にローカル動き補償処理部６１の内部構成を図７で説明する。この図７は「従来の技術」では図４に相当する。図７が図４と異なるのはINTERローカル動き推定装置６１１が量子化パラメータによる制御を必要としている点のみである。

【００５２】

ここで入力画像がａ個のマクロブロック（１≦ｉ≦ａ）に分割されると仮定すると、INTERローカル動き推定装置６１１では

【００５３】

【数１０】

$$E_i(u,v) = \begin{cases} \sum_{x=X_i}^{X_i+15}\sum_{y=Y_i}^{Y_i+15}\left|F(x,y)-R(x-u,y-v)\right|-n, & (u=v=0) \\ \sum_{x=X_i}^{X_i+15}\sum_{y=Y_i}^{Y_i+15}\left|F(x,y)-R(x-u,y-v)\right|-m, & (u\neq 0 \quad or \quad v\neq 0) \end{cases},$$

$$(x,y)\in B_i\ (X_i \le x < X_i+16, Y_i \le y < Y_i+16), (u,v)\in A_i$$

・・・（数１０）

【００５４】
の演算が各マクロブロック毎に探索範囲内の候補ローカル動きベクトルに対して行われ、Ei(u,v) を最小とするローカル動きベクトルが検出される。数１０で使用している記号の意味はｎ、ｍ以外は数７と同じである。ｎはローカル動きベクトルが水平・垂直方向とも０である場合に、ブロック内の予測誤差信号の絶対値和から引く差分値であり、ｍは水平・垂直方向のローカル動きベクトルのうち少なくとも一方が０でない場合にブロック内の予測誤差信号の絶対値和から引く差分値である。この２値は量子化パラメータQPにより制御されるが、通常全てのQPに対してｍはｎより大きく設定してはならない。もし、ｍがｎより大きい場合には、動きベクトルの符号化情報量の多い動きベクトルが優先的に検出されてしまうため、動きベクトルの符号化情報量が増加し、かつＤＣＴ係数の符号化情報量も増大することになる。同様な理由からｍは全てのQPに対して０以上の値でなければならない。この２点さえ注意すれば、ｎとｍの制御方法はいろいろと考えられる。ここでは簡単のためｍは１２９固定（数７と同様）とし、ｎを効果的に制御する方法を

【００５５】
【数１１】

$$n = 129 + (QP-20)\times 3 + m \quad (m=129)$$

・・・（数１１）

【００５６】
として例に挙げる。この場合、QP＝１でｎ＝２０１、QP＝２０でｎ＝２５８、QP＝３１でｎ＝２９１となる。つまり、ｎ固定の場合と比較すると、QPが２０より大きい場合には、更に０ベクトルが選ばれやすくなっており、QPが２０より小さい場合には、０ベクトルが選ばれにくくなっている。これは、QPが小さい場合には細かな量子化が行われるため、動きベクトル情報量の削減効果はＤＣＴ係数の符号化情報の増加分に相殺されるという傾向に合致している。またQPが大きい場合には量子化が大ざっぱにしか行われないため、多少の誤差信号の増加によるＤＣＴ係数の符号化情報の増加は量子化により許容され 、動きベクトル情報量の削減効果が期待できる。

【００５７】
INTERローカル動き推定装置６１１以外の処理過程は図４と同様である。つまり、INTERモードのローカル動き推定の評価値Eiの最小値とINTER4Vモードのローカル動き推定の評価値4Ei,jの最小値がまず制御装置６３に伝達される。制御装置６３では、この２値を比較して、Eiの最小値が4Ei,jの最小値より小さいまたはEiの最小値と4Ei,jの最小値が同値の場合にはINTERモードをマクロブロックｉの動き予測タイプとして選択し、4Ei,jの最小値がEiの最小値より小さい場合にはINTER4Vモードをマクロブロックｉの動き予測タイプとして選択する。さらに、入力画像のアクティビティーと上記の評価値からINTRA/INTERの判定を行う。その評価結果を受けて、制御装置６３は予測タイプスイッチを３１３制御し、選択された予測タイプ従ってローカル動きベクトルがローカル動き補償装置３１４に出

力される。ローカル動き補償装置３１４では、フレームメモリ３２より取り出される参照画像に各マクロブロックのローカル動きベクトルを補償して、動き予測画像を生成する。そして、動き予測画像がINTRA/INTERスイッチ３９－１に、各マクロブロックのローカル動きベクトルが符号化器３８に出力される。

【００５８】

次にH.263の符号化方式にグローバル動き補償を組み入れた場合の例について説明する。図８はその符号化ダイヤグラムである。ここでは、時間的に正の方向で動きの予測を行うPピクチャを例に取って説明する。まず、入力画像がローカル動き補償処理部６１とグローバル動き補償処理部８１に入力される。ローカル動き補償処理部６１は図６と同様の動作をするものであるため、その内容は上記で説明した図７の通りである。ここでは説明を割愛する。グローバル動き補償処理部８１はまず入力画像とフレームメモリ３２から取り出される参照画像との間でグローバル動き補償を行い、その結果生じる画像を参照画像として新たにローカル動き推定および動き補償を行うという仕組みになっている。詳細は後で説明するが、このローカル動き推定時に本発明による量子化パラメータを用いた評価値の制御を行っている。ローカル動き補償処理部６１およびグローバル動き補償処理部８１により生成された予測画像はGMCオンオフスイッチ８２－１へ、検出されたローカル動きベクトルはGMCオンオフスイッチ８２－２へそれぞれ出力される（GMCはGlobal Motion Compensationすなわちグローバル動き補償の略）。この２個のスイッチは制御装置８３によって制御されている。その制御は、６１より制御装置に伝達されるINTERモードとINTER4Vモードの最小評価値と、８１より制御装置に伝達される最小評価値と、入力画像より算出されるINTRAモードの評価値を比較して、最小のものを選択するという方法によって行われる。つまり、８１より伝達された最小評価値が選択された場合にはグローバル動き補償オン、その他の場合にはオフとなる。その選択結果はGMC on/off情報として、制御装置８３から符号化器８８へ出力される。この評価結果を受けて、制御装置８３はスイッチ８２－１、８２－２を制御し、スイッチ８２－１からは合成予測画像がINTRA/INTERスイッチ３９－１に出力され、スイッチ８２－２からは各マクロブロックのローカル動きベクトルが符号化器８８に出力される。また、グローバル動き補償処理部８１からグローバル動きベクトルが８８に出力される。その他のＤＣＴ、量子化の方法については図３および図６と同様であるためここでは割愛する。

【００５９】

図９は、図８のグローバル動き補償処理部８１の詳細を示した図である。入力画像（現フレーム）はまず、グローバル動き推定装置８１１に入力され、フレームメモリ３２から取り出される参照画像との間でグローバル動き推定が行われる。具体的には図５に示した４個のグローバル動きベクトルGMV1,GMV2,GMV3,GMV4が推定され、符号化器８８に出力される。その方法は数多く存在するが、例えば、ブロック単位のローカル動きベクトルからグローバルな動きに相当するものを予測した後、その最適値を算出するという手段がある。４個の動きベクトルが推定できれば、数９のｂ１～ｂ８は一意に算出できるため、数９を用いてグローバル動き補償装置８１２により、グローバル動き補償画像が生成できる。次にINTERローカル動き推定装置８１３では、このグローバル動き補償画像と入力画像との間でINTERモードのローカル動き推定が行われる。ここで入力画像がａ個のマクロブロック（１≦ｉ≦ａ）に分割されているものと仮定すると、INTERローカル動き推定装置８１３では

【００６０】

【数１２】

$$GE_i(u,v) = \begin{cases} \sum_{x=X_i}^{X_i+15}\sum_{y=Y_i}^{Y_i+15}|F(x,y)-G(x-u,y-v)|-k, & (u=v=0) \\ \sum_{x=X_i}^{X_i+15}\sum_{y=Y_i}^{Y_i+15}|F(x,y)-G(x-u,y-v)|-h, & (u\neq 0 \quad or \quad v\neq 0) \end{cases},$$

$$(x,y)\in GB_i\ (X_i\le x<X_i+16, Y_i\le y<Y_i+16), (u,v)\in GA_i$$

・・・(数１２)

【００６１】
の演算が各マクロブロック毎に探索範囲内の候補ローカル動きベクトルに対して行われ、GEi(u,v)を最小とするローカル動きベクトルが検出される。この数１２で使用している記号の意味は次の通りである。
【００６２】
F(x,y)：符号化しようとするフレーム（現フレーム）の原画像のY信号。x、yは整数。
【００６３】
G(x,y)：グローバル動き補償画像のY信号。 x、yは整数。ローカル動きベクトルが実数の内挿方式は数２に従う。
【００６４】
GEi(u,v)：画像Ｆをａ個の１６×１６ブロックに分割したとき、ｉ番目のブロックのローカル動きベクトル(u,v)に対する評価値。
【００６５】
GBi：画像Fをａ個の１６×１６ブロックに分割したとき、ｉ番目のブロックに含まれる画素。各画素は Xi≦x＜Xi＋16、Yi≦y＜Yi＋16の範囲に属する（x、yは整数）。（Xi，Yi）はブロックｉの左上端の画素。
【００６６】
GAi：ｉ番目の１６×１６ブロックの動き探索範囲内のローカル動きベクトル。画素精度は半画素。水平・垂直方向の各成分u、vは0.5刻みの値に制限された実数。
【００６７】
ｋはローカル動きベクトルが水平・垂直方向とも０である場合にブロック内の予測誤差信号の絶対値和から引く差分値であり、ｈは水平・垂直方向ローカル動きベクトルのうち少なくとも一方が０でない場合にブロック内の予測誤差信号の絶対値和から引く差分値である。この２値は量子化パラメータQPにより制御されるが、数１０のｎ、ｍと同様に、通常全てのQPに対してｈはｋより大きく設定してはならない。一般的には
【００６８】
【数１３】

$$k=129+(QP-20)\times 3+h \quad (h=129)$$

・・・(数１３)

【００６９】
のようにｋはｎ、ｈはｍと同様のQP制御を行う。ここで検出された動きベクトルはGMCオンオフスイッチ８２－２に出力され、また最小評価値は制御装置８３に出力される。また、ローカル動き補償画像はGMCオンオフスイッチ８２－１に出力される。
【００７０】
グローバル動き補償画像に対するローカル動きベクトルは全体的に小さい値、特に０ベク

トルを多く持つという特徴がある。そのため、グローバル動き補償画像に対するローカル動き推定はローカル動きベクトルが水平・垂直方向とも０である場合のみ行う方法が考えられる。図１にその符号化ダイヤグラムを示す。図８との変更点はグローバル動き補償処理部１１（図８では８１）からGMCオンオフスイッチ８２－２へのローカル動きベクトルの出力がないという点である。従って８２－２でグローバル動き補償をオンとする場合にはそのマクロブロックのローカル動きベクトルは符号化されない。図１０はグローバル動き補償処理部１１の内部構成を示したものである。図９と同様にグローバル動き推定装置８１１とグローバル動き補償装置８１２によりグローバル動きベクトルの検出およびグローバル動き補償画像の生成が行われ、それぞれ符号化器１８、GMCオンオフスイッチ８２－１に出力される。次に、量子化バラメータQPの制御の基にグローバル動き補償評価装置１１３により、０ベクトルに対する評価値が数１２により算出される。その情報は制御装置８３に伝達される。この数１２におけるｋは数１１で設定されるｎよりも大きく設定しておくと有効的である。これは、GMCオンオフスイッチでグローバル動き補償がオンとなるときには、ローカル動きベクトルを符号化する必要がないことから明らかである。ここでは、ｋをｎ、ｈに対して効果的に制御する方法を

【００７１】

【数１４】

$$k = 258 + (QP - 15) \times 3 \qquad \cdots (数14)$$

【００７２】

として例に挙げる。この場合、QP＝１でｋ＝２１６、QP＝１５でｋ＝２５８、QP＝３１でｋ＝３０６となる。つまり、ｋ固定の場合と比較すると、QPが１５より大きい場合には、更に０ベクトルが選ばれやすくなっており、QPが１５より小さい場合には、０ベクトルが選ばれにくくなっている。また、ｋは全てのQPに対してｎよりも大きくなっており、グローバル動き補償がオンである時の０動きベクトルはグローバル動き補償がオフの時の０動きベクトルよりも選ばれやすくなっている。これにより、QPが大きい場合には、ローカル動きベクトルの情報量が効果的に削減され、QPが小さい場合には、特定動きベクトルを優先する制御に伴うＤＣＴ係数量子化値の符号化情報量の増大も抑制される。

【００７３】

これまではＨ．２６３符号化方式を例にとって説明してきたが、本発明は動き補償とその結果として生成される予測誤差信号に直交変換係数を行った後、その係数を量子化するという技術を用いる場合には全て適用できる。従って、本発明の量子化パラメータQPにはＨ．２６３のQUANTばかりでなく、 H.261、MPQG1、MPEG2（H.261、MPEG1、MPEG2に関しては、例えば、藤原　洋監修「最新MPEG教科書」(1994.8)などに解説されている）で用いられているMQUANTも当然含まれる。また、異なる量子化ステップ幅のパターンを２個以上持つ符号化方式であれば、パターンそのものや特定量子化ステップ幅を量子化パラメータQPとして利用することも可能である。更に、INTER4Vのように１個のマクロブロックに２個以上の動きベクトルが必要となるモードがない符号化方式やMPEG１やMPEG2などの標準動画像符号化方式において用いられている２つの方向（正方向と逆方向）から予測した画像を平均化する操作を行う両方向予測を含む符号化方式等、様々な動き予測方式を含む動画像符号化方式にも適用できる。例えば、両方向予測に適用する場合には、正方向と逆方向のそれぞれの動き補償において本発明を用いることも可能である。

【００７４】

本発明は特定動きベクトル評価時の基本評価関数からの差分値をQPの値によって２個以上設けることが主眼であるため、そのQPの制御方法は本発明では規定しない。従って、制御の方法としては、数１１、数１２、数１３のようにQPを関数変数のように扱う方法のほかに、QPを数個に場合分けする方法等も考えられる。例えば、基本評価関数からの差分値を

QPが１～５では１６１とし、６～１０では１９３とし、１１～２０では２５７とし、２１～２５では３２１とし、２６～３１では３８７とするような場合も本発明に含まれる。数１１のｍと数１２のｈは上記では固定値（１２９）としていたが、これらをQPで制御する方法も本発明に含まれる。この場合も、全てのQPに対してｍ、ｈは０より大きく、かつｍはｎより大きくはならず、ｈはｋより大きくはならないことが前提となる。そして、２個の差分値を比較したとき、QPが小さい時の差分値が大きい時の差分値よりも大きくならないように設定する。このようにｍまたはｈを制御すると、QPが大きい場合にはINTER4Vモードで必要になる４個の動きベクトルをINTERの１個に減らす効果があり、QPが小さい場合には動きベクトルを１個に限定することによる予測誤差電力の増大が削減できる。

【００７５】

これまでは、正方形ブロックでの動き補償について述べてきたが、長方形ブロックや任意形状ブロックを含むフレームにおいても、本発明は実現可能である。従ってその場合も本発明に含まれる。

【００７６】

【発明の効果】

本発明により、動き補償方法に伴う動きベクトルの符号化情報量を全体の符号化情報を考慮に入れて制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明におけるグローバル動き補償を含む符号化ブロックダイヤグラムの例を示した図である。

【図２】マクロブロックの構造を示した図である。

【図３】Ｈ．２６３符号化方式の符号化ブロックダイヤグラムを示した図である。

【図４】Ｈ．２６３符号化方式の符号化ブロックダイヤグラムにおけるローカル動き補償処理部の詳細を示した図である。

【図５】グローバル動き補償方法の原理を示した図である。

【図６】本発明をＨ．２６３符号化方式に適用する場合の符号化ブロックダイヤグラムの例を示した図である。

【図７】本発明をＨ．２６３符号化方式に適用する場合の符号化ブロックダイヤグラムの例におけるローカル動き補償処理部の詳細を示した図である。

【図８】本発明におけるグローバル動き補償とそのグローバル動き補償画像へのローカル動き補償を含む符号化ブロックダイヤグラムの例を示した図である。

【図９】本発明におけるグローバル動き補償とそのグローバル動き補償画像へのローカル動き補償を含む符号化ブロックダイヤグラムの例におけるグローバル動き補償処理部の詳細を示した図である。

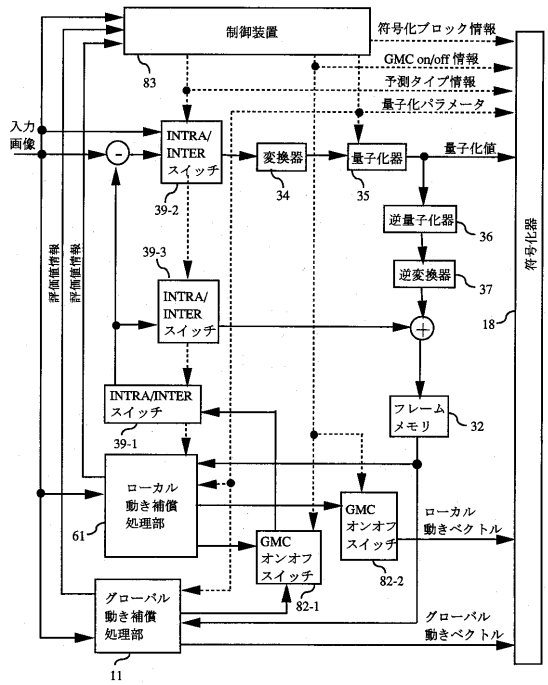
【図１０】本発明におけるグローバル動き補償を含む符号化ブロックダイヤグラムの例におけるグローバル動き補償処理部の詳細を示した図である。

【符号の説明】

１１、８１…グローバル動き補償処理部、３１、６１…ローカル動き補償処理部、３２…フレームメモリ、３３、６３、８３…制御装置、８２－１、８２－２…GMCオンオフスイッチ、１１３…グローバル動き補償評価装置、３１１、６１１…INTERローカル動き推定装置、３１２…INTER4Vローカル動き推定装置、３１３…INTER/INTER4Vスイッチ、３１４…ローカル動き補償装置、５０４～５０７…現フレームの原画像の格子点、５０９～５１２…グローバル動き推定後の格子点、３１３…INTER/INTER4Vスイッチ、３１４…ローカル動き補償装置、８１１…グローバル動き推定装置、８１２…グローバル動き補償装置。

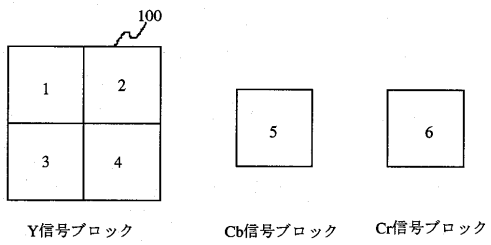
【図１】

図1



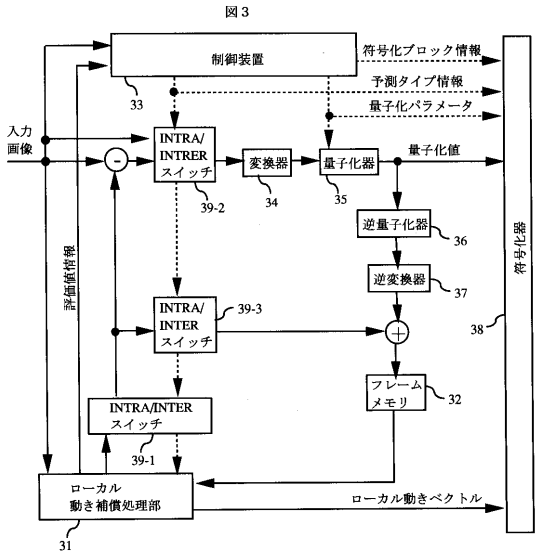
【図２】

図2



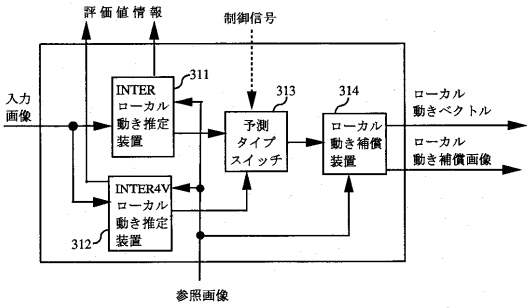
【図３】

図3



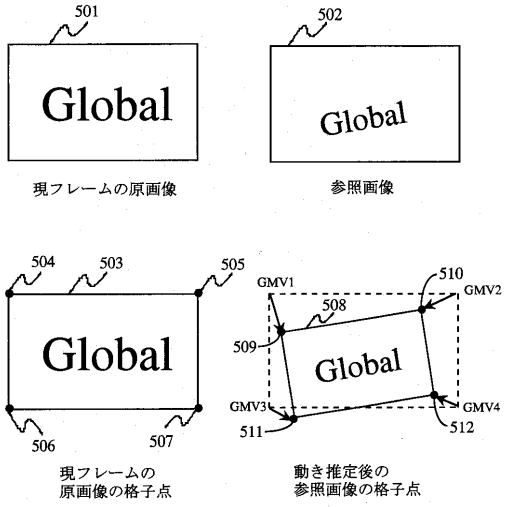
【図４】

図4



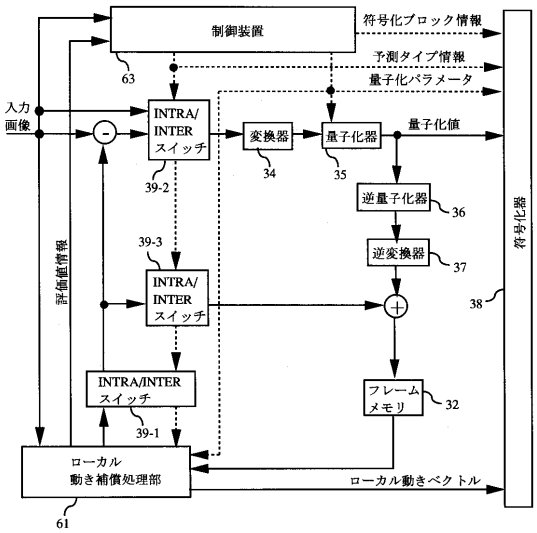
【図５】

図５



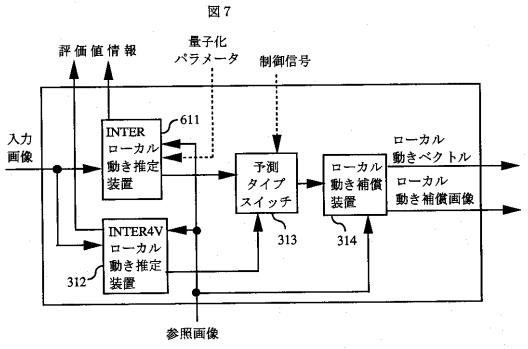
【図６】

図６



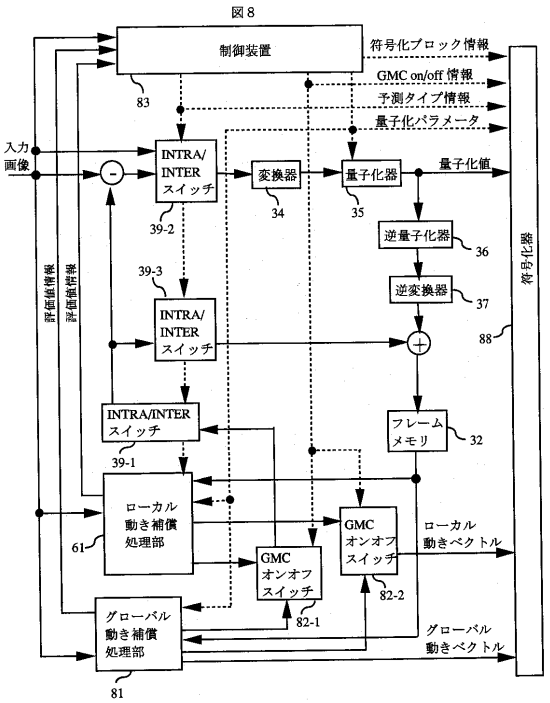
【図７】

図７



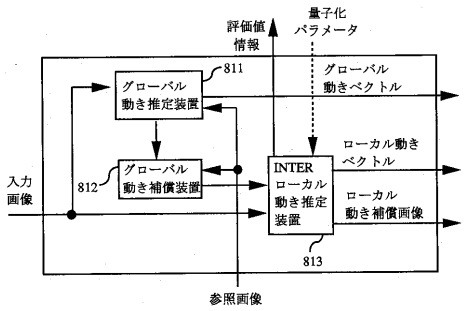
【図８】

図８



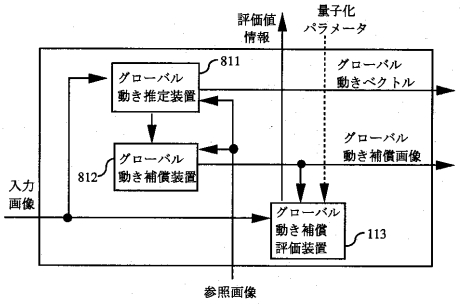
【図９】

図９


評価値
情報
量子化
パラメータ
811
グローバル
動き推定装置
グローバル
動きベクトル
ローカル動き
ベクトル
グローバル
動き補償装置
812
入力
画像
INTER
ローカル
動き推定
装置
ローカル
動き補償画像
813
参照画像

【図１０】

図１０


評価値
情報
量子化
パラメータ
811
グローバル
動き推定装置
グローバル
動きベクトル
グローバル
動き補償画像
グローバル
動き補償装置
812
入力
画像
グローバル
動き補償
評価装置
113
参照画像

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０６－２３７４５４（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２７４１８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－２４１９９１（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０３０８９７（ＪＰ，Ａ）
上倉、渡辺，動画像符号化におけるグローバル動き補償法，電子情報通信学会論文誌，１９９３年１２月，Ｊ７６－Ｂ－１，Ｎｏ．１２，ｐｐ．９４４－９５２

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H04N 7/24-7/68