

Notice

This translation is machine-generated. It cannot be guaranteed that it is intelligible, accurate, complete, reliable or fit for specific purposes. Critical decisions, such as commercially relevant or financial decisions, should not be based on machine-translation output.

DESCRIPTION JPH07118808B2

[0001]

¹³ The present invention relates to a predictive coding technique using correlation between frames of a moving image signal. (Prior Art and Its Problems) It is well known that in compressing moving image signals, for example in the case of television signals, interframe predictive coding is effective, which utilizes the correlation that exists between pictures called frames. In particular, this method achieves a very high compression ratio for still images and quasi-still images that contain little motion, while at the same time providing good quality reproduced images. However, as the movement increases, the correlation between frames decreases, so there is a weakness in that if you try to maintain a high compression rate, the image quality inevitably decreases. To compensate for this, a technique called motion compensation has been applied, which uses the movement within the screen to make highly accurate predictions, achieving high compression rates and high-quality images even for images that contain large movements. This is described in detail, for example, in the commentary by T. Ishiguro et al., "Television Bandwidth Compression Transmission by Motion-Compensated Interframe Coding" (IEEE Communication Magazine, pp. 24-30, November 1982). Even if this motion compensation is used, the effect is reduced when the motion is very fast, and it is quite possible that excessive information is generated compared to the set transmission rate. In such cases, in order to reduce the amount of information generated, the quantization characteristics of the prediction error may be changed from fine to coarse, or the number of pixels to be coded may be reduced (so-called subsampling), or the number of fields to be coded may be reduced by field thinning, or coding may be stopped altogether. In this case, the degradation caused by coarse quantization is referred to as the dirty window effect, and motion pauses occur which are more noticeable than the loss of spatial resolution caused by subsampling or field skipping. One method for reducing the amount of generated information even when motion compensation is not very effective due to fast motion is to apply an orthogonal transform to the prediction error due to motion

compensation. For example, this is shown in the paper "Displacement Measurement and Its Application in Interframe Image Coding" by J. R. Jain et al. (IEEE Trans Commun, vol. COM-29, No. 12, pp. 1799-1808, December 1981).

42 用分野) 本発明は動画像信号の画面間に存在する相関を用いて予測符号化する技術に関する。
(従来の技術とその問題点) 動画像信号のデータ圧縮を行うに当たって、たとえばテレビ信号の場合などはフレームと呼ばれる画面の間に存在する相関を利用するフレーム間予測符号化が有効であることはよく知られている。特にこの方式は静止画から動きを少ししか含まない準静止画に対して、非常に高い圧縮率を実現すると同時に良い品質の再生画像が得られる。しかしながら、動きが大きくなると画面間の相関が低下するため、高い圧縮率を保持しようとするとも画質が低下せざるを得ないという弱点があった。これを補完するために画面内の動きを用いて確度の高い予測を行い、大きな動きを含む画像に対しても高圧縮率、かつ高品質画像を実現する動き補償と呼ばれる手法が応用された。これはたとえばティー・イシグロ (T.Ishiguro) 他による解説「テレビジョンバンドウィドス コンプレッション トランスミッション バイ モーションコンペンセイティド インターフレーム コーディング (Television Bandwidth Compression Transmission by Motion-Compensated Interframe Coding)」(IEEE Communication Magazine, pp.24-30, November 1982) に詳しい。この動き補償を用いても動きが非常に速い場合などはその効果が低下し、設定された伝送速度と比較すると過分の情報が発生することも十分に有り得ることである。この場合には発生する情報量を少しでも減少させるために、予測誤差の量子化特性を密なものから粗いものへと変化させたり、あるいは符号化すべき画素数を減らす、いわゆるサブサンプリングや符号化するフィールド数を減らすフィールド間引きなどが適用されるのみならず符号化の停止もありうる。この場合には、粗い量子化に起因するダーティ・ウィンドウ効果と呼ばれる薄汚れた窓を通して画像を見るような劣化や、サブサンプリングやフィールド間引きに起因する空間解像度の低下よりも目立つ動きの一時停止が起ることになる。動きが速くて動き補償が余り効果的でない場合にも発生情報量を軽減する一つの方法として動き補償による予測誤差に対して直交変換を適用する方法がある。たとえば、ジェイ・アール・ジェイン (J.R.Jain) 等による論文「ディスペースメント メジャメント アンド イッツ アプリケーション イン インターフレーム イメージ コーディング (Displacement Measurement and Its application in Interframe Image Coding)」(IEEE Trans Commun, vol COM-29, No.12, pp.1799-1808, December 1981) に示されている。

70 However, when low-speed transmission is considered, most of the AC components of the transform coefficients after orthogonal transform must be ignored. At this time, the coefficients corresponding to complex patterns, that is, the coefficients corresponding to high frequencies, are usually discarded by quantization. As a result, parts with many changes are equivalently smoothed. When the movement is very fast, this smoothing process often results in some overall blurring of the moving object without causing any problems. When capturing images using current storage TV cameras, fast-moving objects are inevitably blurred. That is, motion-compensated interframe prediction errors for motions that are too fast for sufficient motion compensation inherently have strong intraframe correlation and are suitable for orthogonal transformation, and although the smoothing may cause some increase in blur,

visual degradation is minimal. However, for slow motion where the effect of motion compensation is evident, the contour is clear with little blurring, and the prediction error often occurs in isolation around the contour of the moving object. That is, the intra-frame correlation of the prediction error signal itself is very low. The reason why orthogonal transformation is effective in reducing redundancy in image signals is because correlation within a screen is high. If the correlation becomes low, there is no advantage to using orthogonal transformation. If an orthogonal transform is applied in this case, the transform coefficients for high frequencies are truncated due to coarse quantization, resulting in blurring of the contours of the decoded image, which is visually noticeable as a significant degradation. (Object of the Invention) The object of the present invention is to realize an encoding/decoding device which can reproduce clear decoded images without blurring for still images and not-so-fast motion where there is very high correlation between images, reproduce smooth motion for fast motion where there is very low correlation between images, and reproduce intermediate image quality between the two for motion of intermediate speeds, and furthermore can smoothly change this image quality. (Configuration of the Invention) According to the present invention, in coding a moving image signal, there are provided means for generating a prediction signal using motion compensation, means for generating a prediction error from the prediction signal and the moving image, means for orthogonally transforming the prediction error in units of blocks each consisting of a predetermined number of pixels to obtain a transformation coefficient, first quantization means for quantizing the transformation coefficient, means for performing an orthogonal inverse transformation corresponding to the orthogonal transformation in units of blocks on an output of the first quantization means, means for subtracting between a result of the orthogonal inverse transformation and the prediction error which spatially coincides with the result of the orthogonal inverse transformation, second quantization means for quantizing the result of the subtraction, a signal output from the second quantization means and an output from the orthogonal inverse transformation, and a means for generating a local decoded signal from the predicted signal, a means for delaying the local decoded signal by approximately one screen time of the moving image and supplying it to the predicted signal generating means, a means for code converting at least the motion vector used in the motion compensation, the output of the first quantization means, and the output of the second quantization means, a rate matching means for temporarily storing the output of the code converting means and matching it with an output rate to a transmission path or a recording medium, and a control means for determining quantization characteristics to be used by the first and second quantization means using the motion vector and the usage status of the rate matching means.

116 しかしながら、低速度の伝送を考える時には直交変換後の変換係数の交流成分の大部分は無視せざるを得ない。この時通常は複雑な柄に相当する係数すなわち高周波に対応する係数を量子化により切り捨てる操作が行なわれる。この結果、変化の多い部分は等価的に平滑化されることになる。動きが非常に速い時にはこの平滑化により動き物体の全体が多少ボケても支障ない場合が多い。もともと現行の蓄積形TVカメラで撮像すれば、速く動く物体は必然的にボケている。すなわち、動き補償が十分できないほど速い動きに対する動き補償フレーム間

予測誤差はもともとフレーム内相関が強く直交変換に適合し、前記平滑化により若干ボケが増加することはあっても視覚的劣化は少ない。しかしながら、動き補償の効果が発揮される程度の遅い動きに対しては輪郭もボケが少なくはっきりしており、その予測誤差は動き物体の輪郭周辺に孤立して発生することが多い。すなわち予測誤差信号自身の画面内相関は非常に低い。もともと直交変換が画像信号の冗長度低減に有効であるのは画面内の相関が高いからであり、低くなると直交変換を用いるメリットはなくなる。この時に直交変換を適用すると、粗い量子化による高周波に対する変換係数の切り捨てが起こる結果として復号画像の輪郭部にボケが生じ、視覚的には大きな劣化として目につく。（発明の目的）本発明は画面間の相関が非常に高い静止一余り速くない動きに対してはボケのない鮮明な復号画像が、画面間の相関が大巾に低する速い動きに対しては滑らかな動きが、その中間の速さの動きに対しては両者の中間の画質が、それぞれ再現され、しかもこの画質を滑らかに変化させることができる符号化・復号化装置を実現することを目的とする。（発明の構成）本発明によれば、動画像信号の符号化にあたり、動き補償を用いて予測信号を発生する手段、前記予測信号と前記動画像より予測誤差を発生する手段、前記予測誤差をあらかじめ定められた複数画素からなるブロック単位に直交変換し変換係数を得る手段、前記変換係数を量子化する第1の量子化手段、前記第1の量子化手段の出力を前記ブロック単位に前記直交変換に対応する直交逆変換を行う手段、前記直交逆変換の結果と空間的に一致する前記予測誤差との間で減算を行う手段、減算結果を量子化する第2の量子化手段、前記第2の量子化手段の出力と前記直交逆変換の出力及び前記予測信号より局部復号信号を発生する手段、前記局部復号信号を前記動画像のおよそ1画面時間だけ遅延し前記予測信号の発生手段へ供給する手段、少なくとも前記動き補償で使用された動ベクトルと前記第1の量子化手段の出力と前記第2の量子化手段の出力を符号変換する手段、前記符号変換する手段の出力を一時的に格納し、伝送路または記録媒体への出力速度との整合を図る速度整合手段、前記動ベクトルと前記速度整合手段の使用状況を用いて前記第1及び第2の量子化手段で使用する量子化特性を決定する制御手段とを具備することを特徴とする動画像信号の符号化装置が得られる。

149 According to the present invention, there is also provided a video signal decoding device, characterized in that, when performing motion compensation interframe decoding of a video signal from a signal that has been code-converted and that includes at least a motion vector obtained in motion compensation interframe coding, a first result obtained by applying an orthogonal transform to a prediction error by motion compensation interframe prediction, and a second result obtained from a difference between a result of an orthogonal inverse transform of the first result and the prediction error, the device comprises: means for inversely transforming the code-converted motion vector and the first and second results, means for performing an orthogonal inverse transform on the first result of the code inversion, means for generating a prediction signal using the motion vector, means for generating a decoded video signal using the prediction signal, an output of the orthogonal inverse transform of the first result, and an output of the inverse transform means for the second result, and means for delaying the decoded video signal by approximately one screen time of the video signal and supplying the decoded video signal to the prediction signal generating means. (Principle of the Invention) Since the effect of the present invention is

maximized when motion compensation is applied, the following description will be given using motion compensation as an example of correlation between pictures. However, the present invention is not limited to this application. The principle of the present invention will be described with reference to FIGS. FIG. 2 shows an example of a person's shoulder-over-shoulder image moving horizontally at a speed that allows motion compensation, and illustrates how prediction errors occur when motion-compensated interframe prediction is applied to this image. This is an example of a case where motion compensation is effective, and non-zero prediction errors (diagonal lines in the figure) in this case often occur isolated on the contours of moving objects, or at most in a line shape. When an orthogonal transform is applied to a prediction error in such a state, the resulting transform coefficients will not have any particular large coefficients, but rather many coefficients will have minute amplitudes close to zero. If quantization (first quantization) is applied to this, most of the coefficients will become zero. If an orthogonal transform is applied, an inverse transform must be performed afterwards. However, if most of the coefficients are zero or very small, the value after the inverse transform (prediction error) will also be almost zero. That is, the decoded image clearly contains distortion in the contour portion. When an isolated signal or a signal that is at most linearly connected is subjected to orthogonal transformation and quantized, the original signal is almost completely lost, and in such cases, the signal distortion caused by the use of orthogonal transformation is large. In such a case, it is better not to use the orthogonal transformation.

185 また本発明によれば、動き補償フレーム間符号化において得られる動ベクトルと、動き補償フレーム間予測による予測誤差に対して直交変換を適用して得られる第1の結果と第1の結果に対する直交逆変換結果と前記予測誤差との差分から得られる第2の結果を少なくとも含み符号変換された信号より動画像信号の動き補償フレーム間復号化を行うに当たり、符号変換された前記動ベクトルと前記第1と第2の結果を符号逆変換する手段、前記符号逆変換された第1の結果に対して直交逆変換を行う手段、前記動ベクトルを用いて予測信号を発生する手段、前記予測信号と前記第1の結果に対する直交逆変換出力及び前記第2の結果に対する符号逆変換手段の出力を用いて復号動画像信号を発生する手段、前記復号動画像信号を前記動画像信号のおよそ1画面時間だけ遅延し、前記予測信号の発生手段へ供給する手段、とを具備することを特徴とする動画像信号の復号化装置が得られる。(発明の原理)本発明は、動き補償を適用する時にその効果が最大となるので、画面間の相関の例として動き補償を用いて以下の説明を行なう。しかしながら、本発明はこれを適用する場合に限定されるものではない。本発明の原理について第1図及び第2図を参照して説明する。第2図に動き補償が可能な速さで水平方向に動く人物肩上映を例にとり、これに対して動き補償フレーム間予測を適用した時の予測誤差の発生状態を示す。これは動き補償が効果的であった場合の例であるが、この時の零でない予測誤差(図中斜線)は動き物体の輪郭部分に孤立して、あるいはせいぜい線状に連なって発生することが多い。このような状態の予測誤差に直交変換を適用すると、得られる変換係数は特定の係数が大きくなることは無く、むしろ多数の係数がゼロに近い微小な振巾をもつことになる。そしてこれに量子化(第1の量子化)を適用するとほとんどの係数がゼロになることになる、直交変換を適用すると後でその逆変換を行なわねばならないが、このようにほとんどの係数がゼロあるいは微小であれば逆変換後の値(予測誤

差) もまたほとんどゼロとなる。すなわち、輪郭部分について復号画像は明らかに歪を含む。孤立的あるいは高々線状に連なった信号に直交変換を行ない量子化すると、もとの信号はほとんど無くなってしまうので、このような場合には直交変換を用いたことによる信号の歪が大きい。このような場合には、直交変換は用いない方がよい。

212 However, conversely, when the motion is very fast and the effect of motion compensation is reduced, the effect of greatly reducing the amount of generated information by the orthogonal transformation is extremely effective in reproducing smooth motion. In order to achieve this, if orthogonal transformation is switched between application and non-application, the image quality changes greatly before and after the switching, resulting in significant visual degradation. To prevent this, as shown in FIG. 1, an orthogonal transform is applied to the motion-compensated interframe prediction error, and the transform coefficients are quantized (first quantization) and then inversely transformed. Then, in order to correct the distortion caused by this quantization, the difference between the prediction error after the inverse orthogonal transform and the prediction error before the orthogonal transform is quantized (second quantization). Depending on the selection of the accuracy of these two types of quantization, the degree of contribution of the orthogonal transformation can be changed continuously. In other words, by strongly limiting the contribution of orthogonal transformation while motion compensation is effective, and then applying it more extensively when its effectiveness begins to decline, it is possible to avoid possible degradation of contour areas due to orthogonal transformation, and to minimize discontinuities in image quality in between. The effectiveness of motion compensation can be easily evaluated by, for example, checking whether the value of the detected motion vector is at the very limit of the motion compensation range. This is because in normal motion vector detection, a kind of limiter operation is usually applied to a fast motion exceeding the compensation range, which limits the value to the closest value within the compensation range. For example, when the speed of an object moving in the X direction is V and the compensation range is V_{max} , even if $V > V_{max}$, the detection result will be V_{max} . At this time, it is indistinguishable from the case where the actual speed is V_{max} , but this has almost no effect on the evaluation of whether or not to apply the orthogonal transform. From the above, for example, when the detection result is on the very edge of the motion compensation range, the orthogonal transformation is actively used, and when it is not, the quantization of the transformation result is very coarse, so that substantially only the prediction error is coded. If motion vectors are transmitted, there is no need to transmit a signal indicating this selection. For movements with speeds within the motion compensation range, in order to reproduce contours with particularly little distortion, coarse quantization characteristics are used for the orthogonal transform, which essentially suppresses the prediction error itself and finely quantizes it; conversely, when the motion is on the very edge of the motion compensation range, relatively fine quantization is applied to the orthogonal transform. In the intermediate region, intermediate quantization between coarse and fine is applied to the prediction error and its orthogonal transform result.

249 しかし、逆に動きが非常に速くて動き補償の効果が低下した時には直交変換による大巾な発生情報量の低減効果は滑らかな動きを再現する上で非常に有効である。これを実現するにあたって、直交変換を適用・非適用というように切換えて使用すると切換前後での画質の変化が大きく、視覚的に大きな劣化となる。これを防ぐため、第1図に示すように動き補償フレーム間予測誤差に直交変換を適用し、変換係数の量子化（第1の量子化）後に直交逆変換する。そして、この量子化による歪を補正するために直交逆変換後の予測誤差と直交変換前の予測誤差との間の差を量子化（第2の量子化）する。この2種の量子化の精度の選び方次第で直交変換の寄与の程度を連続的に変化させることができる。すなわち、動き補償が効果的である間は、直交変換の寄与を強く制限し、その効果が低下してきたら大巾に適用するようにすると直交変換による輪郭部分の起り得る劣化を回避でき、かつその中間における画質の不連続を小さく抑えることができる。動き補償の効果の有無の評価についてはたとえば、検出された動ベクトルの値が動き補償範囲の限界ぎりぎりであるか否かを調べると容易にわかる。何故なら通常の動ベクトル検出においては、補償範囲を超える速い動きに対してはもっとも近い補償範囲内の値に制限する一種のリミッタ動作が適用されるのが普通であるからである。たとえばX方向に動いている物体の動きの速さV、補償範囲をVmaxとする時に $V > V_{max}$ であっても検出結果としてはVmaxにする。この時に、実際の速さがVmaxである場合との区別はつかないが、直交変換を適用するか否かの評価においてはほとんど影響を与えない。以上より、たとえば検出結果が動き補償範囲ギリギリの時には直交変換を積極的に用い、そうでない時には変換結果に対する量子化を非常に粗くし、実質的に予測誤差のみを符号化するようにすればよい。動ベクトルが伝送される場合には、この選択を表わす信号を伝送する必要はない。動き補償範囲内にある速さの動きに対しては輪郭部分をとくに少ない歪にて再生するために直交変換に粗い量子化特性を用い実質的に抑えて予測誤差そのものを密に量子化し、動き補償範囲ギリギリの時には逆に直交変換に比較的密な量子化を適用する。この中間においては、予測誤差とその直交変換結果に粗・密の中間程度の量子化を適用する。

276 This allows for a smooth change in image quality. Also, it is advantageous in terms of device configuration if the size of the block used for motion compensation is set to the same size as the block used for orthogonal transformation. In particular, in the case of orthogonal transformation, it is convenient to set the block size to $2n$ lines x $2n$ pixels, so it is recommended that the block size when performing motion compensation should also be set in this manner. (Embodiments) The embodiments of the present invention will be described in detail below with reference to the drawings. The operation of the encoding device will be described with reference to FIGS. A moving image signal input via a line 1000 is supplied to a motion vector detection circuit 10 and a delay circuit 11. The motion vector detection circuit 10 detects the speed and direction of motion (motion vector) within an image for each block of pixels (for example, N lines by M pixels) and supplies this to a variable delay circuit 22 via line 2000, and also to a delay circuit 23. The variable delay circuit 22 delays the locally decoded signal, delayed by approximately one screen time and supplied from the frame memory 21, in accordance with the speed and direction indicated by the motion

vector, and supplies this as a predicted signal via line 2200 to the subtractor 12 and to the adder 20 via the delay circuit 29. The subtractor 12 generates a prediction error signal from the prediction signal and the moving image signal supplied from the delay circuit 11, delayed by the time required for the motion vector detection circuit 10 to detect and output the motion vector, and supplies the generated prediction error signal to the orthogonal transformer 13 and delay circuit 16 via a line 1200. In the orthogonal transformer 13, an orthogonal transform of the prediction error is performed for each block by an orthogonal transform such as a Hadamard transform or a discrete cosine transform suitable for the transform. The size of the block at this time is made to coincide with the block (N lines $\times$ M pixels) used when detecting the previous motion vector, and if $M=N=2n$ (n is a positive integer), for example, the processing becomes easier. The output of the orthogonal transformer 13 is quantized by a quantizer 14, and the quantized output is supplied via a line 1400 to a code converter 26 and an inverse orthogonal transformer 15. The orthogonal inverse transformer 15 performs an inverse transform corresponding to the orthogonal transform used in the orthogonal transformer 13 and supplies the result to an adder 20. On the other hand, the prediction error supplied to the delay circuit 16 via line 1200 is delayed by the time required for the calculation and output in the orthogonal transformer 13, and then subtracted from the output of the orthogonal inverse transformer 15 in the subtractor 19. The difference is quantized in the quantizer 17. The output of the quantizer 17 is provided via line 1700 to the adder 20 and to the sign converter 26.

311 これにより滑らかな画質の変化が実現される。また、動き補償を行なう時のブロックの大きさは、直交変換を実行する時のブロックと同一の大きさにしておくこと装置構成上具合が良い。とくに直交変換の場合にはブロックの大きさを $2n$ ライン $\times$ $2n$ 画素としておくこと都合が良いので、動き補償を行なうときのブロックの大きさもこのようにすると良い。(実施例)以下に図面を参照しつつ本発明の実施例について詳しく説明する。第3図及び第4図を用いて符号化装置の動作を説明する。線1000を介して入力される動画像信号は動ベクトル検出回路10と遅延回路11に供給される。動ベクトル検出回路10は複数の画素からなるブロック(たとえば N ライン $\times$ M 画素)単位に画像内の動きの速さと方向(動ベクトル)を検出し、これを線2000を介して可変遅延回路22に供給すると同時に遅延回路23へも供給する。可変遅延回路22はこの動ベクトルが示す速さと方向に従って、フレームメモリ21より供給されるおよそ1画面時間遅延した局部復号信号に遅延を与え、これと予測信号として線2200を介して減算器12と遅延回路29を経由して加算器20へそれぞれ供給する。減算器12は遅延回路11より供給される、動ベクトル検出回路10における動ベクトルの検出、出力に要する時間だけ遅延した動画像信号とこの予測信号とから予測誤差信号を発生し、線1200を介して直交変換器13と遅延回路16へ供給する。直交変換器13では変換に適したブロック毎にアダマール変換や離散コサイン変換などに代表される直交変換により、予測誤差の直交変換が行なわれる。この時のブロックの大きさは先の動ベクトルを検出する時のブロック(N ライン $\times$ M 画素)と一致させ、かつたとえば $M=N=2n$ (n は正整数)にとると処理が容易となる。直交変換器13の出力は量子化器14により量子化され、この量子化出力は線1400を介して符号変換器26と直交逆変換器15へ供給される。直交逆変換器15は、直交変換器13において用いられた直交変換に対応する逆変換を行ない、結果を加算器20へ供給する。一方線1200を介し

て遅延回路16へ供給された予測誤差は、直交変換器13における演算、出力に要する時間だけ遅延した後に、減算器19において直交逆変換器15の出力と減算され量子化器17にてこの差分は量子化される。量子化器17の出力は線1700を介して加算器20と符号変換器26に供給される。

338 The delay circuit 29 delays the prediction signal, which is the input signal, by the time required for the orthogonal transformer 13 and the orthogonal inverse transformer 15 to perform calculations and output the results, and supplies the delayed signal to the adder 20 . An adder 20 generates a local decoded signal from the output of the quantizer 17, the orthogonal inverse transformer 15 and the predicted signal supplied from a delay circuit 29, and supplies the local decoded signal to a frame memory 21 which stores approximately one screen time of a moving image. A variable delay circuit 22 gives a delay time corresponding to the speed and direction indicated by the motion vector to the output of the frame memory 21, and outputs the result as a prediction signal. If the motion vector indicates a still image, the total delay time in the delay circuit 16, frame memory 21 and variable delay circuit 22 is exactly one screen time. However, it is assumed that there is no delay in the subtractor 12, the quantizer 17, the subtractor 19, and the adder 20. The code converter 26 converts the code of the motion vector supplied from the delay circuit 23 via a line 2300, and also converts the code of the output of the quantizer 17 supplied via a line 1700 and the output of the quantizer 14 supplied via a line 1400. The operation of the code converter 26 will be described later. A monitor signal of the code amount generated in the code converter 26 is supplied to the coding control circuit 27 via a line 2627 and is used to determine the quantization characteristics to be used. In addition, in order to take motion vector information into account when selecting the quantization characteristics of the quantizers 14 and 17, a tap is taken from the delay circuit 23 at a point corresponding to the sum of the delay times in the delay circuits 11 and 16, and this tap output is supplied to the encoding control circuit 27 via line 2327. Quantization characteristic selection signals for each of the quantizers 14 and 17 are provided via lines 2714 and 2717, respectively. At the same time, this signal is also supplied to the code converter 26 through delay circuits 32 and 31 which delay the signal by the delay time in the orthogonal inverse converter 15 . The operation of the code converter 26 will now be described in detail with reference to FIG. The output of the quantizer 17, provided via line 1700, is converted by an efficient unequal length code, such as a Huffman code, provided in the coder A261, based on a statistically determined distribution of this output. Similarly, the quantized transform result provided via line 1400 is converted by an efficient unequal length code, such as a Huffman code, provided to an encoder B 262 based on a statistically determined distribution of each transform coefficient for the transform result.

371 遅延回路29は入力信号である予測信号を、直交変換器13と直交逆変換器15における演算と結果の出力に要する時間だけ遅延して、加算器20へ供給する。加算器20は量子化器17の出力、直交逆変換器15および遅延回路29から供給される予測信号とから局部復号信号を発生し、

およそ動画像の1画面時間を記憶するフレームメモリ21に供給する。このフレームメモリ21の出力に対し、可変遅延回路22は、動ベクトルが示す速さと方向に対応する遅延時間を与え、予測信号として出力する。もし、動ベクトルが静止を表わしている場合には、遅延回路16、フレームメモリ21および可変遅延回路22における合計遅延時間は丁度1画面時間となる。ただし、減算器12、量子化器17、減算器19、加算器20においては遅延はないものとする。符号変換器26は線2300を介して遅延回路23より供給される動ベクトルを符号変換すると同時に、線1700を介して供給される量子化器17の出力、および線1400を介して供給される量子化器14の出力もまた符号変換する。この符号変換器26の動作については後述する。符号変換器26において発生している符号量の監視信号は線2627を介して符号化制御回路27へ供給され、使用すべき量子化特性の決定に利用される。これに加えて、量子化器14、17の量子化特性の選択に動ベクトルの情報を加味するためには、遅延回路23より遅延回路11、16における遅延時間の和に相当する点にタップをとり、このタップ出力を線2327により符号化制御回路27に供給する。量子化器14,17の各々に対する量子化特性の選択指示信号は線2714,2717をそれぞれ介して供給される。これは同時に、符号変換器26へも直交逆変換器15における遅延時間だけ遅延させる遅延回路32,31を通して供給される。ここで第4図を用いて符号変換器26の動作を詳しく説明する。線1700を介して供給される量子化器17の出力は、符号器A261に用意された、たとえばこの出力に対して統計的に求められた分布よりハフマン符号のような能率の良い不等長符号により符号変換される。同様に、線1400を介して供給される量子化された変換結果は符号器B262に用意されている、変換結果に対して統計的に求められた各変換係数の分布よりハフマン符号のような能率の良い不等長符号により符号変換される。

397 The quantization characteristic selection instruction signals supplied via lines 3200 and 3100, respectively, are converted by encoder C 263 and encoder D 264 into codes representing the instruction states. The motion vectors provided over line 2300 are also sign converted. It is easy to construct a Huffman code that matches the distribution of motion vectors, and the code converter E265 uses this code to convert the motion vectors. The outputs of the encoder A 261, the encoder B 262, the encoder C 263, the encoder D 264, and the encoder E 265 are multiplexed in a predetermined order in a multiplexer 268 and supplied to a buffer memory 269 which matches the transmission speed of the transmission path 3000 or the writing speed of the recording medium. A monitor signal indicating the memory usage state (0 to 100%) of this buffer memory 269 is supplied to the encoding control circuit 27 via a line 2627. Next, the operation of the decoding device will be described with reference to FIGS. The code-converted moving image signal supplied from the transmission line 3000 or recording medium is inversely converted in the code inverse converter 50, and the difference between the prediction error and the orthogonal inverse transform result, the transform result, and the motion vector are output via lines 5001, 5002, and 5003, respectively. The code reverse converter 50 will be described in detail later. On the signal supplied via line 5002, an inverse orthogonal transformer 51 performs an inverse transformation corresponding to the orthogonal transformation used in the coding device. At this time, it does not matter if a signal that should originally pass through line

5001 is mixed with the signal supplied via line 5002 . It is sufficient that at least the signal contains the result of a correctly reversed code conversion. Similarly, the signal supplied via line 5001 may contain at least the correctly sign-inverse transformed prediction error and the orthogonal inverse transformed difference. The signal supplied via the line 5001 is delayed by the delay circuit 52 by the delay time in the orthogonal inverse transformer 51 and is then supplied to the adder 54 . The motion vector supplied via line 5003 is delayed in delay circuit 57 by the same amount of time as in delay circuit 52 and is then used to generate a prediction signal in variable delay circuit 55 . The adder 54 decodes the video signal using the output of the delay circuit 52 , the output of the orthogonal inverse transformer 51 and the prediction signal supplied from the variable delay circuit 55 , and outputs the decoded video signal via a line 5000 from the decoding device. At the same time, the signal is also supplied to a frame memory 56 capable of storing approximately one screen of the moving image signal. A variable delay circuit 55 uses the output of a frame memory 56 to generate a prediction signal in accordance with the motion vector.

431 線3200,3100を介してそれぞれ供給される量子化特性の選択指示信号は、各指示状態を表わす符号に各々符号器C263、符号器D264にて変換される。線2300を介して供給される動ベクトルも符号変換される。動ベクトルの分布に適合したハフマン符号を構成することは容易で、これを用いて符号変換器E265は動ベクトルを符号変換する。符号器A261,符号器B262,符号器C263,符号器D264,符号器E265の出力は、多重化器268において予め定められた順序で多重化され、伝送路3000の伝送速度あるいは記録媒体の書き込み速度との整合を図るバッファメモリ269に供給される。このバッファメモリ269におけるメモリの使用状態（0～100%）を示す監視信号は線2627を介して符号化制御回路27へ供給される。つぎに、第5図及び第6図を用いて復号化装置の動作を説明する。伝送路3000または記録媒体より供給される符号変換された動画像信号は、符号逆変換器50において符号逆変換され、予測誤差と直交逆変換結果との差、変換結果、動ベクトルがそれぞれ線5001,5002,5003を介して出力される。符号逆変換器50の詳細については後述する。線5002を介して供給される信号に対して直交逆変換器51は符号化装置において用いられた直交変換に対応する逆変換を行なう。この時、本来線5001を通るべき信号が線5002を介して供給される信号に混在していても差支えない。少なくともこの信号内に正しく符号逆変換された変換結果が含まれて居ればよい。同様に線5001を介して供給される信号は、少なくとも正しく符号逆変換された予測誤差と直交逆変換の差が含まれて居ればよい。線5001を介して供給される信号は、直交逆変換器51における遅延時間だけ遅延回路52にて遅延し、加算器54に供給される。線5003を介して供給される動ベクトルは、遅延回路57において遅延回路52と同じ時間だけ遅延を受けた後、可変遅延回路55における予測信号の発生に用いられる。加算器54は、遅延回路52の出力、直交逆変換器51の出力および可変遅延回路55より供給される予測信号を用いて動画像信号を復号し線5000を介して復号化装置から出力する。この時、同時に動画像信号のおよそ1画面を記憶できるフレームメモリ56にも供給する。可変遅延回路55はフレームメモリ56の出力を用いて、動ベクトルに従い予測信号を発生する。

457 This variable delay circuit 55 may have the same configuration as the variable delay circuit

22 in the encoding device. Next, the operation of the code reverse conversion circuit 50 will be described in detail with reference to FIG. The code-converted signal supplied via the transmission path 3000 is first separated in a separation circuit 500 into an orthogonal transform result, a difference between a prediction error and an inverse orthogonal transform result, a quantization characteristic selection instruction signal, and a motion vector, and these are respectively supplied to a decoder C 503 and a decoder D 504 via a line 5056, and to a decoder E 505 via a line 5055. The decoder E505 is a motion vector inverse converter and corresponds to the encoder E265. The de-transformed motion vector is output via line 5003 . The quantization characteristic selection instruction signal that has been code-converted is inversely converted by decoder C503 and decoder D504. Decoder C503 performs correct inverse conversion for blocks in which prediction errors have been code-converted, and decoder D504 performs correct inverse conversion for blocks in which orthogonal transform results have been code-converted, but performs erroneous inverse conversion at other times. The results are supplied to decoder A 501 and decoder B 502 via lines 5531 and 5542, respectively, and are used to specify the difference between the code-converted prediction error supplied by delay circuit 506 and the orthogonal inverse transform result, or the quantization characteristics to be used when inversely transforming the code of the orthogonal transform result. The delay circuit 506 delays the input by the time required for the decoder C 503 and decoder D 504 to perform code inverse conversion and output of the quantization characteristic selection instruction signal. In the decoder A501 and the decoder B502, code inverse conversion corresponding to the designated quantization characteristics is carried out, and the results are output via lines 5001 and 5002, respectively. In this case, for decoder A 501, correct inverse code conversion is performed only for blocks for which the selection instruction signal supplied via line 5531 has been correctly inverse-converted and only when the difference between the prediction error and the orthogonal inverse transform result has been code-converted. On the other hand, for decoder B 502, correct inverse code conversion is performed only for blocks for which the selection signal supplied via line 5542 has been correctly inverse-converted and only when the orthogonal transform result has been code-converted. Anything other than this will result in an incorrect code inverse conversion being executed, resulting in an output of zero. In the encoding device (FIG. 3), the selection of the quantization characteristics of the quantizers 14, 17 by the encoding control circuit 27 will now be described. Generally, as the usage rate approaches 100%, the highest priority is given to suppressing the amount of generated information, and in this case, motion compensation is often not very effective, and there is no room to consider motion vector information.

494 この可変遅延回路55は符号化装置における可変遅延回路22と同一の構成でよい。つぎに第6図を参照して、符号逆変換回路50の動作を詳しく説明する。伝送路3000を介して供給される符号変換された信号はまず分離回路500において、直交変換結果、予測誤差と直交逆変換結果との差、量子化特性の選択指示信号、動ベクトル、に分離され各々線5056を介しては復号器C503と復号器D504,線5055を介しては復号器E505に供給される。復号器E505は動ベクトルの符号逆変換器であり符号器E265に対応する。符号逆変換された動ベクトルは線

5003を介して出力される。符号変換されている量子化特性の選択指示信号は復号器C503と復号器D504で符号逆変換されるが、予測誤差が符号変換されたブロックについては復号器C503が、直交変換結果が符号変換されたブロックについては復号器D504が、それぞれ正しい符号逆変換を実行するが、これ以外の時には誤まった符号逆変換を実行する。この結果は、線5531,5542を介して復号器A501,復号器B502に各々供給され、遅延回路506より供給される符号変換された予測誤差を直交逆変換結果との差あるいは直交変換結果の符号逆変換時に用いるべき量子化特性を指定するのに利用される。遅延回路506は量子化特性の選択指示信号の復号器C503,復号器D504における符号逆変換、出力に要する時間だけ、入力を遅延させる。復号器A501,復号器B502では各々指定された量子化特性に対応する符号逆変換が実行され、その結果は線5001,5002を各々介して出力される。この時の符号逆変換は、復号器A501については線5531を介して供給される上記選択指示信号が正しく符号逆変換されているブロックについて、かつ予測誤差と直交逆変換結果との差が符号変換されている時のみ正しい符号逆変換が実行され、他方復号器B502については線5542を介して供給される上記選択指示信号が正しく符号逆変換されているブロックについて、かつ直交変換結果が符号変換されている時のみ正しい符号逆変換が実行される。これ以外は誤まった符号逆変換を実行することとなり、出力をゼロとする。符号化装置（第3図）において、符号化制御回路27による量子化器14、17の量子化特性の選択について説明する。一般に使用状況が100%に近づくにつれて発生情報量を抑えることが最優先され、またこの場合には動き補償は余り効果的でないことが多く、ここで動ベクトル情報を考慮する余裕はない。

521 Thus, in this case, a coarse quantization characteristic is used for the quantizer 14, but a much coarser characteristic is selected for the quantizer 17, such that the output is essentially zero. In a normal operating state that is sufficiently lower than 100%, for example 20% to 70%, the effect of motion compensation is large, and the motion vector at this time is often sufficiently within the compensation range. At this time, according to the speed indicated by the motion vector, if it is slow, the characteristics of the quantizer 14 are coarse and the characteristics of the quantizer 17 are fine, and if it is fast, the characteristics are fine and coarse, respectively. Here, coarse and fine are relative characteristics, and as the usage state approaches 70%, gradually coarser ones are used for both characteristics. Conversely, if the utilization is very low, say below 20%, the output of the quantizer 14 is forced to zero and operation is stopped. In this case, the quantizer 17 uses very fine quantization characteristics. By using this invention, clear moving images without blur can be reproduced for relatively slow movements where the correlation between frames is very high, and for fast movements where the correlation between frames drops significantly, an orthogonal transform is applied to the inter-frame prediction error, which results in some blurring but allows smooth movement to be reproduced by significantly reducing the amount of generated information. This is an extremely effective method of providing good image quality for all speeds of movement.

540 従ってこの場合には、量子化器14についても粗い量子化特性が使用されるが、量子化器17についてはこれよりはるかに粗い特性、実質的には出力がゼロにされるほどの特性が選択され

る。100%より十分低いノーマルな動作状態例えば20%~70%では、動き補償の効果も大きく、この時の動ベクトルも十分補償範囲内であることが多い。この時には動ベクトルが示す速さに従って、遅ければ量子化器14の特性は粗で量子化器17の特性は密、速ければ逆にそれぞれ密、粗の特性とする。ここで粗、密は相対的な特性であり使用状態が70%に近づくときにはいずれの特性も段々と粗いものが使用される。反対に、使用状態が非常に低く、例えば20%以下である場合には量子化器14の出力を強制的にゼロとして動作を停止させる。このとき、量子化器17は非常に細かい量子化特性を使用する。本発明を用いると、画面間の相関が非常に高い比較的速くない動きに対してはボケのない鮮明な動画像が再現でき、画面間の相関が大巾に低下する速い動きに対してはフレーム間予測誤差に直交変換を適用して、若干のボケは生じるものの大巾な発生情報量の削減により滑らかな動きが再現できるなど、あらゆる動きの速さについて良好な画質が提供できるため、その効果はきわめて大である。

[0002]

558 BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

560 図面の簡単な説明

[0003]

566 1 and 2 are diagrams for explaining the principle of the present invention, FIGS. 3 and 4 are diagrams for explaining an embodiment of an encoding device according to the present invention, and FIGS. 5 and 6 are diagrams for explaining a decoding device according to the present invention.

571 第1図及び第2図は本発明の原理を説明する図、第3図及び第4図は本発明に係る符号化装置の実施例を説明する図、第5図及び第6図は本発明に係る復号化装置を説明する図である。

575 In the figure, 10 is a motion vector detection circuit, 11, 16, 23, 29, 31, and 32 are delay circuits, 12 and 19 are subtractors, 13 is an orthogonal transformer, 14 and 17 are quantizers, 15 is an orthogonal inverse transformer, 20 is an adder, 21 is a frame memory, 22 is a variable delay circuit, 26 is a code converter, 27 is an encoding control circuit, 3000 is a transmission path or recording medium, 50 is a code inverse transformer, 51 is an orthogonal inverse transformer, 52 and 57 are delay circuits, 54 is an adder, 55 is a variable delay circuit, and 56 is a frame memory.

583 図中、10動ベクトル検出回路、11,16,23,29,31,32は遅延回路、12,19は減算器、13は直交変

換器、14,17は量子化器、15は直交逆変換器、20は加算器、21はフレームメモリ、22は可変遅延回路、26は符号変換器、27は符号化制御回路、3000は伝送路あるいは記録媒体、50は符号逆変換器、51は直交逆変換器、52,57は遅延回路、54は加算器、55は可変遅延回路、56はフレームメモリ、である。