

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4793424号
(P4793424)

(45) 発行日 平成23年10月12日(2011.10.12)

(24) 登録日 平成23年8月5日(2011.8.5)

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

請求項の数 2 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2008-283053 (P2008-283053)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成20年11月4日(2008.11.4)		三菱電機株式会社
(62) 分割の表示	特願2002-205488 (P2002-205488) の分割		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
原出願日	平成14年7月15日(2002.7.15)	(74) 代理人	100113077
(65) 公開番号	特開2009-27759 (P2009-27759A)		弁理士 高橋 省吾
(43) 公開日	平成21年2月5日(2009.2.5)	(74) 代理人	100112210
審査請求日	平成20年11月4日(2008.11.4)		弁理士 稲葉 忠彦
早期審査対象出願		(74) 代理人	100108431
			弁理士 村上 加奈子
		(74) 代理人	100128060
			弁理士 中鶴 一隆
		(72) 発明者	関口 俊一
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像符号化装置、画像符号化方法、画像復号装置、画像復号方法、および通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

動画像信号の各フレームを所定の方法で分割した領域単位で動き補償予測を行い生成した予測画像と上記動画像信号との間の差分信号を圧縮符号化した符号化ビットストリームを生成する動画像符号化装置であって、

予測画像の生成に用いる参照画像を格納するフレームメモリ群と、

符号化対象フレームと、前記フレームメモリ群に格納される参照画像との間で動きベクトルを検出して動き補償予測画像を生成する動き補償部と、

前記符号化対象フレームと前記動き補償部が生成する予測画像の差分信号を直交変換・量子化して可変長符号化するとともに、前記動きベクトルを含む符号化パラメータと、前記差分信号の可変長符号化データとをビットストリームに多重化する符号化部とを備え、

前記動き補償部は、検出する動きベクトルが記述可能な仮想画素精度と仮想画素精度を含む予測画像の生成時に用いる内挿フィルタリング方法とを、動き補償予測の単位となる領域の形状にしたがって切り換える機構を備え、

前記フレームを分割した領域の単位で、前記フレームメモリ群上の複数の参照画像を参照して、前記機構に基づく仮想画素精度と内挿フィルタリング方法に従い動きベクトルの検出を行い、各参照画像に対応する複数の予測画像を生成し、

前記符号化部は、前記機構に基づく前記仮想画素精度と内挿フィルタリング方法を指示する情報であって、動き補償予測の単位となる領域の形状を示す形状情報をビットストリームに多重化し、

10

20

前記機構に基づく前記仮想画素精度と内挿フィルタリング方法に従い検出した動きベクトルの符号化を行うとともに、いずれの参照画像を用いて予測画像を生成するかを示す複数の情報の中からマクロブロックを最も効率よく符号化できる前記情報を符号化してビットストリームに多重化することを特徴とする動画像符号化装置。

【請求項2】

動画像信号の各フレームを所定の方法で分割した領域単位で動き補償予測が行われ圧縮符号化された符号化ビットストリームに基づいて動画像信号を復元する動画像復号装置であって、

予測画像の生成に用いる複数の参照画像を格納するフレームメモリ群と、

前記符号化ビットストリームに基づいて差分信号と、動きベクトルと、動きベクトルが予測画像生成時に参照する参照画像を示す情報とを、前記フレームを分割した領域の単位で復号し、仮想画素精度と仮想画素を含む予測画像の生成時に用いる内挿フィルタリング方法を表す指示情報であって、動き補償予測の単位となる領域の形状を示す形状情報をフレーム単位で復号する復号部と、

前記復号部によって復号された動きベクトルと、前記動きベクトルが予測画像生成時に参照する参照画像を示す情報とに基づいて、前記フレームメモリ群に格納された参照画像を参照して前記予測画像を生成する動き補償部とを備え、

前記復号部は、仮想画素精度と前記仮想画素を含む予測画像の生成時に用いる内挿フィルタリング方法をあらわす指示情報であって、動き補償予測の単位となる領域の形状を示す前記形状情報に基づいて、前記予測画像の構成要素となる前記仮想画素の精度を切り換え、切り換えられた精度に基づいて動きベクトルの復号を行い、

前記動き補償部は、前記仮想画素精度が切り換えられた場合に前記形状情報に基づいて、複数の前記内挿フィルタリング方法から選択された内挿フィルタを用いて予測画像を生成し、

前記復号部にて復号された差分信号と、前記動き補償部にて生成された予測画像とを加算して動画像信号を復元する動画像復号装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像の高能率符号化あるいは復号化において、既存の画像から符号化すべき画像もしくは復号すべき画像の予測を行い、予測誤差を符号化もしくは予測誤差との加算により復号を行う画像符号化装置、画像符号化方法、画像復号装置、画像復号方法、およびこれらの画像符号化装置と画像復号装置とのうち少なくとも一方を備えた通信装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、MPEGやITU-T H.26xなどの標準映像符号化方式は、マクロブロックとよばれる、輝度信号 16×16 画素(+対応する色差信号 8×8 画素)から構成される正方ブロックにフレーム画面の分割を行い、その単位で動き補償予測によって参照フレームからの動きを推定し、推定誤差分の信号(予測残差信号)と動きベクトル情報とを符号化している。また、MPEG-2ではマクロブロックを2つのフィールド領域に分割してフィールド別に動き予測を行ったり、H.263やMPEG-4ではマクロブロックをさらに 8×8 画素ブロックのサイズに4分割し、各サブブロック単位で動き予測を行う技術が導入されている。特に、MPEG-4における動き予測ブロックサイズの適応化は、動きベクトルの符号量が増える一方で、より激しい・細かい動きへの追従性が向上し、適切なモード選択を行うことによって性能向上が見込めることが知られている。

【0003】

また、動き補償予測の別の技術的側面として、動きベクトルの精度がある。本来、デジタル画像データゆえ、サンプリングによって生成された離散的な画素情報(以降、整数画素と呼ぶ)しか存在しないが、整数画素の間に内挿演算によって仮想的なサンプルを作り

10

20

30

40

50

出し、それを予測画像として用いる技術が広く利用されている。この技術には、予測の候補点が増えることによる予測精度の向上と、内挿演算に伴うフィルタ効果によって予測画像の特異点が削減され予測効率が向上するという2つの効果があることが知られている。一方で、仮想サンプルの精度が向上すると、動き量を表現する動きベクトルの精度も上げる必要があるため、その符号量も増加することに注意する必要がある。

【 0 0 0 4 】

MPEG-1、MPEG-2ではこの仮想サンプルの精度を1/2画素精度まで許容する半画素予測が採用されている。図 1 7 に1/2画素精度のサンプルの生成の様子を示す。同図において、A、B、C、Dは整数画素、e、f、g、h、iはA～Dから生成される半画素精度の仮想サンプルを示す。

【 0 0 0 5 】

$$e = (A+B) // 2$$

$$f = (C+D) // 2$$

$$g = (A+C) // 2$$

$$h = (B+D) // 2$$

$$i = (A+B+C+D) // 2$$

(ただし、//は丸めつき除算を示す。)

この半画素精度の仮想サンプル生成手順を、所定のブロックに対して適用する場合は、ブロックの端点から周辺 1 整数画素分余分なデータを要する。これはブロックの端点(整数画素)から半画素分外側の仮想サンプルを算出する必要があるためである。

【 0 0 0 6 】

また、MPEG-4では、1/4画素精度までの仮想サンプルを用いる1/4画素精度予測が採用されている。1/4画素精度予測では、半画素サンプルを生成した後、それらを用いて1/4画素精度のサンプルを生成する。半画素サンプル生成時の過度の平滑化を抑える目的で、タップ数の多いフィルタを用いてもとの信号の周波数成分を極力保持するよう設計される。例えばMPEG-4の1/4画素精度予測では、1/4画素精度の仮想サンプル生成のために作られる半画素精度の仮想サンプルaは、その周辺8画素分を使用して、以下のように生成される。なお、下式は、水平処理の場合のみを示しており、1/4画素精度の仮想サンプル生成のために作られる半画素精度の仮想サンプルaと、下式の整数画素のX成分 $X_{-4} \sim X_4$ との関係は、図 1 8 に示す位置関係にある。

【 0 0 0 7 】

$$a = (COE_1 * X_1 + COE_2 * X_2 + COE_3 * X_3 + COE_4 * X_4 + COE_{-1} * X_{-1} + COE_{-2} * X_{-2} + COE_{-3} * X_{-3} + COE_{-4} * X_{-4}) // 2$$

56

(ただし、 COE_k : フィルタ係数(係数総和が256)。//は丸めつき除算を示す。)

この1/4画素精度の仮想サンプル生成手順を、所定のブロックに対して適用する場合は、ブロックの端点から周辺4整数画素分余分なデータを要する。これはブロックの端点(整数画素)から1/4画素分外側の仮想サンプルを算出する必要があるためである。

【 0 0 0 8 】

【非特許文献 1】FDAM for ISO/IEC 14496-2

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

しかし、予測対象ブロックの端点において、フィルタタップ数に応じた数の予測対象ブロックの周辺画素がフィルタ演算に必要なため、タップ数次第では予測画像生成のために必要なメモリバンド幅が大きくなるという問題がある。

【 0 0 1 0 】

特に、MPEG-4の1/4画素精度予測では、この問題を避けるため、予測対象ブロックの端点画素を折り返すことで予測画像生成のために必要な新規読み出し画素数を抑える工夫がなされているが、これにより、予測対象ブロックの境界での自然なフィルタリングが阻まれ、符号化効率上好ましいとはいえないという問題がある。

【 0 0 1 1 】

10

20

30

40

50

そこで、本発明は、マクロブロックなど映像フレームを小領域単位に分割して個々に動き補償予測を行う場合でも、メモリバンド幅を抑えつつ、符号化効率を向上させることを可能とする画像符号化装置、画像符号化方法、画像復号装置、画像復号方法、およびこれらの画像符号化装置と画像復号装置とのうち少なくとも一方を備えた通信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題を解決するため、本発明は、

動画像信号の各フレームを所定の方法で分割した領域単位で動き補償予測を行い生成した予測画像と上記動画像信号との間の差分信号を圧縮符号化した符号化ビットストリームを生成する動画像符号化装置であって、

予測画像の生成に用いる参照画像を格納するフレームメモリ群と、

符号化対象フレームと、前記フレームメモリ群に格納される参照画像との間で動きベクトルを検出して動き補償予測画像を生成する動き補償部と、

前記符号化対象フレームと前記動き補償部が生成する予測画像の差分信号を直交変換・量子化して可変長符号化するとともに、前記動きベクトルを含む符号化パラメータと、前記差分信号の可変長符号化データとをビットストリームに多重化する符号化部とを備え、

前記動き補償部は、検出する動きベクトルが記述可能な仮想画素精度と仮想画素精度を含む予測画像の生成時に用いる内挿フィルタリング方法とを、動き補償予測の単位となる領域の形状にしたがって切り換える機構を備え、

前記フレームを分割した領域の単位で、前記フレームメモリ群上の複数の参照画像を参照して、前記機構に基づく仮想画素精度と内挿フィルタリング方法に従い動きベクトルの検出を行い、各参照画像に対応する複数の予測画像を生成し、

前記符号化部は、前記機構に基づく前記仮想画素精度と内挿フィルタリング方法を指示する情報であって、動き補償予測の単位となる領域の形状を示す形状情報をビットストリームに多重化し、

前記機構に基づく前記仮想画素精度と内挿フィルタリング方法に従い検出した動きベクトルの符号化を行うとともに、いずれの参照画像を用いて予測画像を生成するかを示す複数の情報の中からマクロブロックを最も効率よく符号化できる前記情報を符号化してビットストリームに多重化することを特徴とする動画像符号化装置である。

【0013】

また、本発明は、

動画像信号の各フレームを所定の方法で分割した領域単位で動き補償予測が行われ圧縮符号化された符号化ビットストリームに基づいて動画像信号を復元する動画像復号装置であって、

予測画像の生成に用いる複数の参照画像を格納するフレームメモリ群と、

前記符号化ビットストリームに基づいて差分信号と、動きベクトルと、動きベクトルが予測画像生成時に参照する参照画像を示す情報とを、前記フレームを分割した領域の単位で復号し、仮想画素精度と仮想画素を含む予測画像の生成時に用いる内挿フィルタリング方法を表す指示情報であって、動き補償予測の単位となる領域の形状を示す形状情報をフレーム単位で復号する復号部と、

前記復号部によって復号された動きベクトルと、前記動きベクトルが予測画像生成時に参照する参照画像を示す情報とに基づいて、前記フレームメモリ群に格納された参照画像を参照して前記予測画像を生成する動き補償部とを備え、

前記復号部は、仮想画素精度と前記仮想画素を含む予測画像の生成時に用いる内挿フィルタリング方法をあらわす指示情報であって、動き補償予測の単位となる領域の形状を示す前記形状情報に基づいて、前記予測画像の構成要素となる前記仮想画素の精度を切り換え、切り換えられた精度に基づいて動きベクトルの復号を行い、

前記動き補償部は、前記仮想画素精度が切り換えられた場合に前記形状情報に基づいて、複数の前記内挿フィルタリング方法から選択された内挿フィルタを用いて予測画像を生成

10

20

30

40

50

し、

前記復号部にて復号された差分信号と、前記動き補償部にて生成された予測画像とを加算して動画像信号を復元する動画像復号装置である。

【 0 0 1 4 】

【 0 0 1 5 】

【 0 0 1 6 】

【 0 0 1 7 】

【 0 0 1 8 】

【 0 0 1 9 】

【 0 0 2 0 】

10

【 0 0 2 1 】

【 0 0 2 2 】

【 0 0 2 3 】

【 0 0 2 4 】

【 0 0 2 5 】

【 0 0 2 6 】

【 0 0 2 7 】

【 0 0 2 8 】

【 0 0 2 9 】

【 0 0 3 0 】

20

【 0 0 3 1 】

【 0 0 3 2 】

【 0 0 3 3 】

【 0 0 3 4 】

【 発明の効果 】

【 0 0 3 5 】

以上説明したように、本発明に係る画像符号化装置および方法によれば、動き補償予測の単位となる領域の形状に応じて、予測画像の構成要素となる仮想画素の精度を切り換えて予測画像の候補を生成し、該複数の予測画像候補のうち予測効率が大きい予測画像を与える動きベクトルを生成すると共に、生成した動きベクトルに基づき、動き補償予測の単位となる領域の形状に応じて予測画像の構成要素となる仮想画素の精度を切り換えて予測画像をするようにしたので、動き補償予測単位となる領域の形状に応じて動き補償予測の精度を切り換えることにより、メモリバンド幅を抑えながら符号化効率を向上させた圧縮符号化を行うことが可能となる。

30

【 0 0 3 6 】

また、動き補償予測単位となる領域の形状に応じて動き補償予測の精度を切り換えると共に、動き補償予測の単位となる領域の形状に応じて動きベクトルの予測符号化方法も切り換えて適応的に切り変えて符号化を行うことにより、例えば、メモリバンド幅を抑えながら符号化効率を向上させた分だけ動きベクトルに多く符号量を割り当てることが可能となり、メモリバンド幅を抑えながら画質も保つこと等もできることになる。

40

【 0 0 3 7 】

また、本発明に係る画像復号装置によれば、符号化ビットストリームを入力して上記差分信号と、動きベクトルと、上記動き補償予測の単位となる領域の形状を示す形状情報とを復号し、その動き補償予測の単位となる領域の形状を示す形状情報に基づいて予測画像の構成要素となる仮想画素の精度を切り換え、切り換えられた精度にしたがい上記復号された動きベクトルを用い上記参照画像を参照して予測画像を生成し、上記復号された上記差分信号と、上記動き補償によって生成された予測画像とを加算して動画像信号を復元するようにしたので、メモリバンド幅を抑えながら符号化効率を向上させて圧縮符号化が行われた符号化ビットストリームを復号することが可能となる。

【 0 0 3 8 】

50

特に、メモリバンド幅削減は、特に映像再生を主とするプレーヤを、携帯電話、携帯情報端末などの映像符号化装置、映像復号装置のハードウェア実装する際に、映像復号処理実装の簡略化、消費電力化に著しい効果を発揮するので、これら符号化装置、復号装置の実装コストを抑えながら伝送・記録効率の高い映像符号化装置、映像復号装置を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

実施の形態1

本実施の形態1では、映像の各フレーム画像をマクロブロックの単位に分割し、さらに、マクロブロック内を複数の形状のサブブロックに分割して個々に動き補償予測を可能とする動き補償予測手段を有する映像符号化・復号装置について説明する。本実施の形態1の映像符号化・復号装置の特徴は、動き補償予測の単位となる領域（ブロック）の形状やその大きさに応じて、従来例にて述べた仮想サンプルの精度を切り替えることと、それに伴い動きベクトルの符号化・復号方法も切り替えることの2点にある。本実施の形態1における映像符号化装置および復号装置の構成を図1および図2に示す。

【0040】

図1は、本実施の形態1における映像符号化装置の構成を示している。この映像符号化装置は、図3に示すように、減算器10、符号化モード判定部12、量子化部16、逆量子化部18、逆直交変換部19、切替器52、加算器53、フレームメモリ3、動き検出部2、動き補償部7、可変長符号化器6、送信バッファ24、符号化制御部22を有して

【0041】

次に図3に示す映像符号化装置の動作を説明する。

[1]符号化装置の動作概要

図1の符号化装置において、入力映像信号1は、個々の映像フレームがマクロブロックに分割された単位で入力されるものとし、まず、動き検出部2において、フレームメモリ3に格納される参照画像4を用いてマクロブロック単位に動きベクトル5が検出される。動きベクトル5に基づいて動き補償部7において予測画像8が得られ、減算器10にて予測画像8と入力信号1との差分をとることによって予測残差信号9が得られる。

【0042】

符号化モード判定部12では、予測残差信号9を符号化する動き予測モード、フレーム内を符号化するイントラモードなど、マクロブロックの符号化方法を指定する複数のモードの中から、当該マクロブロックをもっとも効率よく符号化することができるモードを選択する。この符号化モード情報13は符号化対象情報として可変長符号化部6へ出力される。ここで、符号化モード判定部12にて符号化モード情報13として動き予測モードが選択される場合は、動きベクトル5が符号化対象情報として可変長符号化部6に受け渡される。

【0043】

また、符号化モード判定部12において選択された符号化対象信号は、直交変換部15、量子化部16を経て、直交変換係数データ17として可変長符号化部6へ受け渡される一方、その直交変換係数データ17は、逆量子化部18、逆直交変換部19を経たのち、切替器52へ出力される。

【0044】

切替器52では、符号化モード情報13に従って、その符号化モード情報13が動き予測モードを示している場合には、逆量子化および逆直交変換された直交変換係数データ17と、動き補償部7からの予測画像8と加算して局所復号画像21としてフレームメモリ3へ出力するか、あるいはその符号化モード情報13がイントラモードを示している場合には、逆量子化および逆直交変換された直交変換係数データ17をそのまま局所復号画像21として出力する。局所復号画像21は以降のフレームの動き予測に用いられるため、参照画像データとしてフレームメモリ3へ格納される。

【0045】

量子化部16では、符号化制御部22において決定される量子化ステップパラメータ23によって与えられる量子化精度で直交変換係数データの量子化を行う。この量子化ステップパラメータ23を調整することで出力の符号化レートと品質のバランスをとる。一般には、可変長符号化の後、伝送直前の送信バッファ24に蓄積される符号化データの占有量を一定時間ごとに確認し、そのバッファ残量25に応じてパラメータ調整が行われる。具体的には、例えば、バッファ残量25が少ない場合は、レートを抑え気味にする一方、バッファ残量25に余裕がある場合は、レートを高めにして品質を向上させるようにする。なお、この、符号化制御部22において決定される量子化ステップパラメータ23は、可変長符号化部6へも出力される。

10

【0046】

可変長符号化部6では、動きベクトル5、量子化ステップパラメータ23、符号化モード情報13、直交変換係数データ17などの符号化対象データのエン트로ピー符号化を行い、送信バッファ24経由で、映像圧縮データ26として伝送する。

【0047】

図2は、本実施の形態1における映像復号装置の構成を示している。この映像復号装置は、図2に示すように、可変長復号部27、逆量子化部18、逆直交変換部19、加算器55、切替器54、動き補償部7、フレームメモリ3を有している。

【0048】

[2]復号装置の動作概要

20

次に、図2に示す実施の形態1の映像復号装置の動作を説明する。

図2に示した復号装置では、映像圧縮データ26を受け取ると、可変長復号部27にて後述するエン트로ピー復号処理が行われて、動きベクトル5、符号化モード情報13、直交変換係数データ17、量子化ステップパラメータ23などが復元される。

【0049】

直交変換係数データ17、量子化ステップパラメータ23は、符号化側と同じ逆量子化部18と逆直交変換部19によって復号される。

【0050】

また、切替器54は、符号化モード情報13が動き予測モードを示している場合は、動き補償部7において復号された動きベクトル5と符号化モード情報13とに基づいて予測画像8を復元し出力する一方、イントラモードを示している場合は、0を出力する。

30

【0051】

そして、切替器54からの出力は、加算器55にて逆直交変換部19の出力である復号信号と加算されることによって復号画像21が得られる。復号画像21は以降のフレームの予測画像生成に用いられるため、フレームメモリ3に格納される。

【0052】

[3]動き補償予測の詳細動作

次に、符号化装置の動き検出部2、動き補償部7、フレームメモリ3を用いて行われる動き補償予測処理について、また、復号装置の動き補償部7、フレームメモリ3を用いて行われる動き補償処理について、それぞれ説明する。

40

【0053】

[3]-1 符号化装置における動き補償予測処理手順

図3に、符号化装置における動き補償予測処理のフローチャートを示す。以下、ステップごとに説明する。

【0054】

[3]-1-1 仮想サンプル精度の決定(ステップS1)

図4に、本実施の形態1における動きベクトルの検出単位領域の構成を示す。同図において、 16×16 MCとはマクロブロックそのものを動きベクトル検出単位とする。 16×8 MCは縦方向に2分割した領域を、 8×16 MCは横方向に2分割した領域をそれぞれ動きベクトル検出単位とする。 8×8 MCはマクロブロックを4つの領域に均等分割し、それぞれを動きベ

50

クトル検出単位とする。さらに、本実施の形態 1 の場合、 8×8 MCでは、個々の分割領域に対して、さらに縦2分割(8×4 MC)、横2分割(4×8 MC)、4分割(4×4 MC)の領域分割を可能とし、それぞれを動きベクトル検出単位とすることができるようにする。

【0055】

これは、一般に、細かい分割ではマクロブロック内部に複雑な動きが存在する場合に予測効率をあげることができる一方、多くの動きベクトル情報を伝送する必要がある。このようにマクロブロック内部で動きベクトル検出単位領域の形状を様々に適応化できるように構成すれば、局所的に最適な分割形状と動きベクトルの選択・検出を行いながら符号化を実行することができるからである。

【0056】

さて、個々の領域の動きベクトルの検出においては、従来例に示したとおり、仮想サンプルを用いた動き補償予測を用いる。ただし、従来の標準映像符号化方式などと異なり、本実施の形態 1 では、例えば、図 4 に示すように、個々の動きベクトル検出単位の領域の形状や大きさ等に関連付けて局所的に仮想サンプルの精度および動きベクトルの予測符号化方法を決定する。

【0057】

そして、本実施の形態 1 の符号化装置では、動き補償予測の単位である動きベクトル検出単位の領域の形状や大きさ等を示す形状情報を、符号化モード情報 13 の中の動き予測モードの一部として可変長符号化部 6 にて符号化し、復号装置に伝送する。

【0058】

したがって、本実施の形態 1 の復号装置では、符号化モード情報 13 だけによって、動き予測モードかイントラ符号化モードかであるかの符号化モード以外に、その符号化モード情報 13 の中の動き予測モードの一部として含まれる形状情報により、動き補償予測の単位である動きベクトル検出単位領域の形状や大きさ、およびその形状や大きさから一義的に決まる仮想サンプルの精度および動きベクトルの予測符号化方法を判定することができるので、仮想サンプル精度および動きベクトルの予測符号化方法の切り替えのための付加情報を一切必要としない。

【0059】

本実施の形態 1 では、その決定ルールとして、 8×8 MCより小さい例えば 8×4 や、 4×8 、 4×4 サイズ等の動きベクトル検出単位領域では半画素精度の仮想サンプルを用いることとし、それ以上のサイズの動きベクトル検出単位領域では $1/4$ 画素精度の仮想サンプルを用いる。

【0060】

このルールを適用する理由として、動きベクトル検出単位領域の形状の選ばれ方が挙げられる。つまり、一般に、動きが均一でかつ動き速度の遅い領域では画面の空間解像度が保持され、テクスチャに対する視認度が向上する。こういった領域では大きな動きベクトル検出領域によりできるだけ動きベクトルを均一にし、動き領域の細分化に伴う領域間不連続を回避して信号の再現性を高めるとともに、仮想サンプルの精度を向上して予測効率を上げることが望ましい。逆に、動きが複雑であったり、動きの速度が視覚的に認知しにくい領域では画面の詳細なテクスチャが保存されず、視覚的には空間解像度が低く感じられる。こういった領域では、ある程度信号の再現性を犠牲にしても動きベクトルの本数を多くして予測効率を向上させることが望ましい。ただし、信号の空間解像度が低くなること、動きベクトルの情報量が多くなることから、仮想サンプルの精度は低く設定しても全体的な符号化効率の観点からは問題ないと考えられる。

【0061】

このような仮想サンプル精度の局所的設定を可能とすることにより、図 5 に示すように、 8×4 、 4×8 、 4×4 MCの各モードについて、仮想サンプル生成に必要なメモリバンド幅を削減することができ、装置の簡略化にも効果的である。同図では、中段のモード状態に対して、上段はこれらのすべてのモードに対して $1/4$ 画素精度の仮想サンプルを用いることを想定した場合を示しており、かつ仮想サンプル生成のためにKタップのフィルタを用

10

20

30

40

50

いる場合、すなわち、動きベクトル検出単位領域の端点からそれぞれK画素(K 2)分の整数画素データをメモリから読み出す必要があることを示している。従来例では、K画素分の半分は折り返しで作成する例を示したが、ここでは折り返しを行わず、連続するK画素すべてを使用することで自然なフィルタリングを行うことを想定している。

【0062】

それに対し、本実施の形態1のように、これらの8×4、4×8、4×4 MCの各モードでは、半画素精度の仮想サンプルのみを使用することをあらかじめ決定しておくことにより、仮想サンプル生成のためにメモリから読み出す必要があるデータは、例えば従来例の半画素精度サンプル生成手順に従えば動きベクトル検出単位領域の周辺1画素分だけでよい。小さいサイズの動きベクトル検出単位領域では、個々の検出単位領域が空間的に不連続であるため、このことが極めて大きな意味をもつ。

10

[3]-1-2 予測誤差量の算出(ステップS2、S3)

ステップS1で決定された仮想サンプル生成ルールに従い、それぞれのモードで個々の動きベクトル検出単位領域ごとに、各動きベクトル候補に対して予測画像を生成し、予測対象の動きベクトル検出単位領域との差分をとることにより予測誤差量を算出する。ここで、仮想サンプルについては、従来例の図17に示したような半画素精度サンプルの生成、図18に示したような1/4画素精度サンプルの生成を行うものとする。ただし、本実施の形態1の場合、図18の端点での画素値折り返し使用は行わないこととし、フィルタタップ数は一般性を持たせるため、以降Kタップとする。したがって、半画素精度の仮想サンプルを用いる8×8 MCより小さい例えば8×4や、4×8、4×4 MC以下のモードの場合は、仮想サンプル生成に用いる画素データは、図5の下段に示すように、各8×4、4×8、4×4動きベクトル検出単位領域の周辺1画素分だけメモリから読み出すことになる(ステップS2)

20

【0063】

予測誤差量の算出は(ステップS3)、ブロックマッチング法に基づき、各画素単位の誤差量を加算することで算出するのが一般的であり、誤差量としては主に二乗誤差 $(p - p')^2$ もしくは差分絶対値 $|p - p'|$ が用いられる。ただし、pは予測対象の画素値、p'は予測画像内の対応する位置の画素値である。以下では、誤差量は、後者の差分絶対値を想定し、動きベクトル検出単位領域ごとあるいはマクロブロック内の総和としてSAD(Sum of Absolute Difference)というタームを用いることとする。

30

【0064】

[3]-1-3 動きベクトル符号量の算出(ステップS4)

次いで、動きベクトルの符号量を算出する(ステップS4)。動きベクトルは、通常、周辺領域との相関が高いため、周辺領域の動きベクトルを予測値として、周辺領域の動きベクトルの予測値と、求めた動きベクトルとの間の予測差分値(MVD)を可変長符号化する。予測値の設定の方法には様々な手法が存在するが、ここでは予測値は所定のルールで定められたものとして動きベクトルの予測差分値(MVD)が得られるものとし、その詳細は割愛する。

【0065】

そして、本実施の形態1では、予測差分値(MVD)の符号量を求めるにあたり、[3]-1-1で定めた仮想サンプル精度を考慮する。

40

【0066】

図6を用いてステップS4における予測差分値(MVD)の求め方を説明する。なお、この動作は動き検出部2において実行されるが、最終的にステップS9で定まる動きベクトルを可変長符号化部6で符号化する場合にも同じルールが適用される。

【0067】

図6において、符号化対象となる動きベクトルをMV1~MV5とし、所定の予測値設定ルールにしたがってMV1およびMV3に対して定められた予測ベクトルをPMV1、MV5に対して定められた予測ベクトルをPMV2とする。MV2はMV1を、MV4はMV3をそれぞれ予測値とするものとする。PMV1、PMV2はすでに符号化済みの値であるため適宜キャッシュしておけばよい。

50

【 0 0 6 8 】

PMV1は、 16×8 MCによる動きベクトル、MV5は 8×8 MCによる動きベクトルであるため、[3] - 1 - 1 で定めたルールに従えば1/4画素精度の仮想サンプルを用いて決定された動きベクトルである。一方、MV1 ~ MV4およびPMV2は 4×4 MCによる動きベクトルであるため、[3] - 1 - 1 で定めたルールに従えば半画素精度の仮想サンプルを用いて決定された動きベクトルである。つまり、PMV1, MV5と、MV1 ~ MV4と、PMV2との間には仮想サンプルの精度の違いが存在する。一方、動きベクトル符号化時にはあらかじめ予測ベクトルの値およびその仮想サンプル精度は既知である。このことを利用して、本実施の形態1では、予測差分値(MVD)を得るために適応的に動きベクトルの精度のあわせこみを行う。すなわち、以下の条件により、予測差分値(MVD)を求める。

10

【 0 0 6 9 】

(1) 条件 1 : 自身(MV)が1/2画素精度の仮想サンプルを用いた予測により得られた動きベクトルである場合は、PMVの精度により、以下のように2つに分かれる。

条件 1 - 1 : PMVが同じ精度の仮想サンプルを用いた動きベクトルである場合

$$MVD = MV - PMV$$

【 0 0 7 0 】

条件 1 - 2 : PMVが1/4画素精度の仮想サンプルを用いた動きベクトルである場合

$$MVD = MV - (PMV \gg 1)$$

【 0 0 7 1 】

(2) 条件 2 : 自身(MV)が1/4画素精度の仮想サンプルを用いた予測により得られた動きベクトルである場合は、PMVの精度により、以下のように2つに分かれる。

20

条件 2 - 1 : PMVが同じ精度の仮想サンプルを用いた動きベクトルである場合

$$MVD = MV - PMV$$

【 0 0 7 2 】

条件 2 - 2 : PMVが1/2画素精度の仮想サンプルを用いた動きベクトルである場合

$$MVD = MV - (PMV \ll 1)$$

【 0 0 7 3 】

ただし、 $x \ll y$ は、 x に対する左方向への y ビットシフト演算、 $x \gg y$ は x に対する右方向への y ビットシフト演算を示している。

【 0 0 7 4 】

30

PMV1とMV1、MV3との間のルールとしては、上記条件 1 - 2 が適用され、MV1, MV3とMV2, MV4との間のルールとしては、上記条件 1 - 1 が適用され、PMV2とMV5との間のルールとしては条件 2 - 2 が適用される。

【 0 0 7 5 】

この手順により、半画素精度の動きベクトルに対しては半画素精度でMVDを算出することが可能であり、常時1/4画素精度のMVDを用いるのに比べ符号量を削減することが可能である。

【 0 0 7 6 】

[3] - 1 - 4 コストの算出・最小コストの更新(ステップS5、S6、S7)

上記の結果得られる予測差分値(MVD)を符号化することにより、符号量 R_{MVD} が得られる。これとステップS2におけるSADとを用いて、各動きベクトル候補について下記の式により、コスト C を求める(ステップS5)。

40

【 0 0 7 7 】

$$C = SAD_{MV} + R_{MVD}$$

(\cdot は正の定数)

【 0 0 7 8 】

動き補償部7は、上記のようにしてコストを算出するごとに、算出したコストが最小であるか否かを判断し(ステップS6)、それ以前に算出されたモードのコストよりも小さい値が現れれば(ステップS6"Y")、最小コストの更新を行うとともに、該当する予測モード、動きベクトルデータを保持しておく(ステップS7)。

50

【 0 0 7 9 】

なお、ステップS1～S7は、16×16 MC～8×8 MCおよびそれ以下の分割モードすべてについて実行され、ステップS2～S5は、各動きベクトル検出単位領域に対し、あらかじめ符号化装置において設定された所定の動きベクトル探索範囲内、すなわち水平・垂直方向の平行移動量の上限を規定する窓内のすべての動きベクトル候補に対して実行する。

【 0 0 8 0 】

[3] - 1 - 5 最終モード・動きベクトルの決定(ステップS8、S9)

以上説明した[3] - 1 - 4のコストの算出・最小コストの更新処理(ステップS5、S6、S7)が終了したら、続いて全予測モードでコストを算出したか否かを判断し(ステップS8)、全予測モードでコスト算出をしていなければ(ステップS8"N")、以上説明した[3] - 1 - 4までに示す処理(ステップS1～S7)を行う一方、全予測モードでコスト算出をした場合には(ステップS8"Y")、[3] - 1 - 4で得られるマクロブロックの単位のコストのうち、最もコストの小さい予測モードを、実際に符号化する予測モードとして決定する(ステップS9)。また、予測モードの決定と同時に、当該予測モードに対応した動きベクトルが決定されることになる(ステップS9)。

【 0 0 8 1 】

以上説明した動き補償予測処理により決定された予測モードは、最終的にはイントラモードとの比較で最適なモードが決定され、符号化モード情報13として可変長符号化部6を通じてマクロブロック単位に映像圧縮データ26に多重される。また、決定された動きベクトルデータ5は、[3] - 1 - 3の手順でMVDデータ化され、可変長符号化部6を通じてマクロブロック単位に映像圧縮データ26に多重される。

[3] - 2 復号装置における動き補償処理

図7に、復号装置側における動き補償処理のフローチャートを示す。以下、フローチャートを参照して復号装置側における動き補償処理を詳細に説明する。

【 0 0 8 2 】

[3] - 2 - 1 予測モード、動きベクトルデータの復号(ステップS10)

図2に示すように復号装置側では、可変長復号部27が、例えば図1に示す符号化装置から出力された映像圧縮データ26からマクロブロック単位に符号化モード情報13を復号する。これがインター(フレーム間予測)モードを示す場合、可変長復号部27は、続いて予測差分値(MVD)の形式で符号化されている動きベクトルデータ5を復号する(ステップS10)。

【 0 0 8 3 】

[3] - 2 - 2 仮想サンプル精度の決定(ステップS11)

符号化モード情報13がインター(フレーム間予測)モード、すなわち、本実施の形態1の場合例えば図4に示すいずれかの動き補償予測モードを表す場合は、符号化装置における動き補償予測処理手順として説明した[3] - 1 - 1の手順(ステップS1)の場合と同様に、仮想サンプル精度の決定を行う。つまり、符号化装置側の動作で説明したように、動き補償予測の単位、すなわち動きベクトル検出単位の領域の形状や大きさ等を示す形状情報は、符号化モード情報13の中の動き予測モードの一部として可変長符号化部6で符号化されているので、復号装置側では、復号した符号化モード情報13の中に動き予測モードの一部として含まれる形状情報により、動き補償予測の単位である動きベクトル検出単位領域の形状や大きさ、およびその形状や大きさから一義的に決まる仮想サンプルの精度を判定することができる。

【 0 0 8 4 】

[3] - 2 - 3 動きベクトルの復号(ステップS12)

次いで、予測差分値(MVD)の形式で復号された動きベクトルを、実際に各動きベクトル適用単位領域、すなわち符号化装置の説明における各動きベクトル検出単位領域に対して使用された動きベクトルデータ(MV)へ復号する(ステップS12)。この手順は、本実施の形態1では、可変長復号部27等において行われ、符号化装置における動き補償予測処理手順として説明した[3] - 1 - 3の逆の手順をとればよい。つまり、本実施の形態1の場合

、仮想サンプルの精度の判定の場合と同様に、符号化モード情報 13 の中に動き予測モードの一部として含まれる形状情報から動きベクトルの予測復元方法が一義的に決まるので、その形状情報に基づいて動きベクトルの予測復元方法を切り換えて動きベクトルを復号する。図 6 を用いて [3] - 1 - 3 の手順と対比させて説明する。

【 0 0 8 5 】

[3] - 1 - 3 と同様、ここでは符号化装置・復号装置の間であらかじめ取り決められた共通の予測値設定方法を用いる。まず、MV1、MV3 に対しては、PMV1 を用いて、

【 0 0 8 6 】

$$MV1 = MVD1 + (PMV1 \gg 1)$$

$$MV3 = MVD3 + (PMV1 \gg 1)$$

10

【 0 0 8 7 】

として復号される。ここで、MVD1 は MV1 に対応する予測差分値 (MVD)、MVD3 は MV3 に対応する予測差分値 (MVD) である。

【 0 0 8 8 】

また、MV2、MV4 に対しては、

$$MV2 = MVD2 + MV1$$

$$MV4 = MVD4 + MV3$$

【 0 0 8 9 】

MV5 に対しては、

$$MV5 = MVD5 + (PMV2 \ll 1)$$

20

として復号を行う。

【 0 0 9 0 】

すなわち、以下の条件式に従う。

(1) 条件 1 : 自身 (MV) が 1/2 画素精度の仮想サンプルを用いた予測により得られた動きベクトルである場合は、PMV の精度により、以下のように 2 つに分かれる。

条件 1 - 1 : PMV が同じ精度の仮想サンプルを用いた動きベクトルである場合

$$MV = MVD + PMV$$

【 0 0 9 1 】

条件 1 - 2 : PMV が 1/4 画素精度の仮想サンプルを用いた動きベクトルである場合

$$MV = MVD + (PMV \gg 1)$$

30

【 0 0 9 2 】

(2) 条件 2 : 自身 (MV) が 1/4 画素精度の仮想サンプルを用いた予測により得られた動きベクトルである場合は、PMV の精度により、以下のように 2 つに分かれる。

条件 2 - 1 : PMV が同じ精度の仮想サンプルを用いた動きベクトルである場合

$$MV = MVD + PMV$$

【 0 0 9 3 】

条件 2 - 2 : PMV が 1/2 画素精度の仮想サンプルを用いた動きベクトルである場合

$$MV = MVD + (PMV \ll 1)$$

なるルールを用いることで動きベクトルの復号を行う。

【 0 0 9 4 】

40

[3] - 2 - 4 予測画像生成 (ステップ S13、S14)

[3] - 2 - 2 で決定された仮想サンプル生成ルールに従い、[3] - 2 - 3 で復号された動きベクトルデータを用いて、個々の動きベクトル適用単位領域ごとに予測画像を生成する。仮想サンプルについては、従来例の図 17 に示したような半画素精度サンプルの生成、図 18 に示したような 1/4 画素精度サンプルの生成を行うものとする。ただし、図 18 の端点での画素値折り返し使用は行わないこととし、フィルタタップ数は一般性を持たせるため、以降 K タップとする。したがって、半画素精度の仮想サンプルを用いる 8×8 MC より小さい例えば 8×4 や、4×8、4×4 MC 以下のモードの場合は、符号化装置における動き補償予測処理のステップ S2 の場合と同様に、仮想サンプル生成に用いる画素データは図 5 の下段に示すようにメモリから読み出して、予測画像を生成することになる。

50

【 0 0 9 5 】

従って、以上の構成をもつ本実施の形態 1 の映像符号化装置または復号装置を用いることにより、動きの局所的な状況に適応して、動き補償予測単位となるブロックの大きさに応じて動き補償予測を行う際の仮想サンプルの精度を切り替えると共に、動きベクトルの算出方法も切り替えるようにしたので、メモリバンド幅を抑えながら画質を保った圧縮符号化を行うことが可能となる。特に、メモリバンド幅削減は、特に映像再生を主とするプレーヤを、携帯電話、携帯情報端末などにハードウェア実装する際に、映像復号処理実装の簡略化、消費電力化に著しい効果を発揮する。

【 0 0 9 6 】

なお、上記実施の形態 1 の説明では、動き補償予測単位となるブロックの大きさに応じて動き補償予測を行う際の仮想サンプルの精度を切り替えると共に、動きベクトルの算出方法も切り替えるようにしたが、本発明では、これに限らず、動き補償予測単位となるブロックの大きさに応じて動き補償予測を行う際の仮想サンプルの精度を切り替えるのみで、動きベクトルの算出方法は切り替えないようにしても勿論よい。ただし、この場合には、メモリバンド幅を抑えながら符号化効率を向上させることができるが、動き補償予測の精度を低くした分だけ画質が落ちることになる。このことは、以下のすべての実施の形態においても適用される。

【 0 0 9 7 】

また、本実施の形態 1 では、符号化装置における [3] - 1 - 1、復号装置における [3] - 2 - 2 において仮想サンプル精度を決定した後、使用する仮想サンプル精度に合わせて仮想サンプル生成のためのフィルタ処理を変更するように構成した。1/4画素精度の場合はまず半画素精度仮想サンプルを、図 18 のように整数画素データを用いて $K(=8)$ タップフィルタによって生成し、それによって生成された半画素精度仮想サンプルをさらに線形補間することによって 1/4画素精度サンプルを生成した。半画素精度の場合は、整数画素データの線形補間によって半画素精度サンプルを生成する。この場合は動き補償予測対象ブロックサイズ + 周辺 1 画素分だけメモリから読み出せば済む。このフィルタ処理の違いにより、小さいブロックサイズでの動き補償予測ではメモリから読み出すデータ量を低減することをポイントとしたが、このフィルタ処理そのものは仮想サンプル精度に依存せずに一意に定めるように構成してもよい。つまり、半画素精度サンプルのみを使用する小さいブロックサイズの場合であっても、 K タップフィルタで半画素精度サンプルを構成するよう

【 0 0 9 8 】

さらに、本実施の形態 1 では、常に映像入力の単位をフレームとして記述したが、奇数フィールドと偶数フィールド等のインタレース映像入力を想定する場合には、厳密にはフレームは 2 枚のフィールド画像データの組み合わせで定義される。この場合、本実施の形態 1 の映像符号化装置および映像復号装置は、各フィールドごとにマクロブロックを構成して符号化・復号する場合にも適用可能であることは明らかである。このことは、以下のすべての実施の形態においても適用される。

【 0 0 9 9 】

また、本実施の形態 1 では、 8×8 より小さいサイズとして 8×4 や、 4×8 、 4×4 サイズの動きベクトル検出単位領域では半画素精度の仮想サンプルを用いることとし説明したが、本発明ではこれに限らず、 8×8 より小さいサイズとして 4×2 や、 2×4 等の 8×4 や 4×8 、 4×4 サイズ以外であっても良いし、 8×8 を基準としてではなく、 8×16 や 16×8 等のサイズを基準にして大小により仮想サンプルの精度を変えても良い。またさらに、 8×8 等の所定サイズより小さいサイズの動きベクトル検出単位領域において半画素精度の仮想サンプルを用いるのではなく、所定サイズより小さいサイズの動きベクトル検出単位領域において

は整数画素精度として動き補償予測を行うようにしても勿論よい。このようにすれば、画質は多少落ちるものの、メモリバンド幅は大幅に削減することが可能となる。要は、符号化単位であるマクロブロックをさらに分割して動き補償予測を行う動きベクトル検出単位領域において、メモリバンド幅が問題となる所定のブロックサイズを基準に動きベクトルの探索精度を下げて、メモリバンド幅を削減すれば良いのである。このことは、以下のすべての実施の形態においても適用される。

【0100】

実施の形態2. (Bフレームおよび複数参照フレーム予測の例)

本実施の形態2では、実施の形態1に述べた映像符号化装置および映像復号装置に加えて、複数のフレームメモリからなるフレームメモリ群を用意して、マクロブロックまたはマクロブロックを分割した動き補償予測ブロックの単位で、複数のフレームメモリを使用して動き補償予測を行うことを可能とする装置について説明する。

【0101】

図8に、本実施の形態2における映像符号化装置の構成を示す。同図において、図1に示す実施の形態1の符号化装置との違いは、フレームメモリ3がフレームメモリ群28に置き換わっており、動き検出部2、動き補償部7がフレームメモリ群28を利用して複数のフレームメモリから最適な予測画像と動きベクトルを得るように構成されている点である。動き検出部2、動き補償部7は、図1の符号化装置と比べて動作の詳細が異なるが、以下ではその前提で同一図番にて説明を行うものとする。

【0102】

[1]符号化装置の動作概要

入力映像信号1は、個々の映像フレームがマクロブロックに分割された単位で入力されるものとし、まず、動き検出部2において、フレームメモリ群28に格納される複数の参照画像4を用いてマクロブロック単位に動きベクトル5が検出される。

【0103】

複数の参照画像を用いた動きベクトル検出の方法としては、例えばISO/IEC13818-2(MPEG-2ビデオ規格)で開示される両方向予測がある。

【0104】

図9に、ISO/IEC13818-2(MPEG-2ビデオ規格)で開示される両方向予測の実行の方法を示す。同図において、 $F(t)$ が現在符号化対象の入力映像フレームであり、フレームメモリ中に格納される参照画像には $F'()$ として区別をした。 $B(x,y,t)$ が $F(t)$ 内のある動き補償予測単位のブロックであるとする。両方向予測では、 $B(x,y,t)$ の位置から動きベクトル $MV_f(B(x,y,t))$ だけ移動させた過去の参照画像 $F'(t-1)$ 中のブロック画像を前方向予測画像 $P_f(B(x,y,t))$ とし、 $B(x,y,t)$ の位置から動きベクトル $MV_b(B(x,y,t))$ だけ移動させた未来の参照画像 $F'(t+1)$ 中のブロック画像を後方向予測画像 $P_b(B(x,y,t))$ とし、 $P_f(B(x,y,t))$ と $P_b(B(x,y,t))$ との加算平均で $B(x,y,t)$ の予測画像 $P_i(B(x,y,t))$ を生成する。 $MV_f(B(x,y,t))$ や $MV_b(B(x,y,t))$ は、動き検出部2において、それぞれ対応する参照画像上の与えられた探索範囲内で $B(x,y,t)$ との絵柄の類似度が高い、もしくは画素差分が最も小さくなるブロック画像を探し出し、その偏移分を検出した値に該当する。

【0105】

図10に、複数の参照画像を用いて動きベクトルを検出する片方向予測の一例を示す。図10に示す別の例は、例えば、特開平4-127689号公報に開示された過去の複数の参照画像をフレームメモリ群28に格納できるように構成された符号化装置であって、動き補償予測単位のブロック $B(x,y,t)$ に類似するブロック画像が直前の参照画像 $F(t-1)$ にはなく、さらにその前の参照画像 $F(t-2)$ に見つかるような場合でも、動きベクトル $MV_{t-2}(B(x,y,t))$ を用いて動き補償予測が行えるため、映像の局所的な性質に適応した動き補償予測が行えるようにしたものである。

【0106】

本実施の形態2では、複数のフレームメモリからなるフレームメモリ群28を有しているので、その複数のフレームメモリそれぞれに格納された複数の参照画像を用いて動きベ

10

20

30

40

50

クトルを検出する図 9 または図 10 のいずれの構成の符号化装置にも適用可能である。

【0107】

さて、本実施の形態 2 では、上記の図 9 または図 10 の事例のように検出された動きベクトル 5 には、その動きベクトル 5 がフレームメモリ群 28 のうちでどのフレームメモリを参照したかを指示する情報が組になって明示されている。

【0108】

このため、本実施の形態 2 の動き補償部 7 では、それらの情報に従ってフレームメモリ群 28 の中の適切なフレームメモリを参照することで予測画像 8 が得られる。さらに入力信号 1 との差分をとることによって予測残差信号 9 が得られる。なお、動きベクトル 5 がフレームメモリ群 28 の中のどのフレームメモリを参照したかを指示する情報は、動きベクトル 5 そのものでなく、別情報としてデコーダに通知するための符号化データの形で表現されてもよい。

【0109】

また、本実施の形態 2 の符号化モード判定部 12 では、予測残差信号 9 を符号化する動き予測モード、フレーム内符号化を行うイントラモードなど、マクロブロックの符号化方法を指定する複数のモードの中から、当該マクロブロックをもっとも効率よく符号化することができるモードを選択して符号化モード情報 13 として出力する。動き予測モードとは、実施の形態 1 に説明した図 4 に示すようなマクロブロック内分割の形状や、図 9 において $P_f(B(x,y,t))$ だけを用いて予測を行うか、 $P_b(B(x,y,t))$ だけを用いて予測を行うか、それらの加算平均をとるかなどを識別する情報などに該当する。この符号化モード情報 13 は、符号化対象情報として可変長符号化部 6 に受け渡される。符号化モード情報 13 として動き予測モードが選択される場合は、動きベクトル 5 が符号化対象情報として可変長符号化部 6 に受け渡され、可変長符号化される。

【0110】

なお、符号化モード判定部 12 において選択された符号化対象信号 11 の符号化である直交変換部以降の処理は、実施の形態 1 に同じであるため、説明を省略する。

【0111】

次に、本実施の形態 2 における映像復号装置について説明する。

図 11 に、本実施の形態 2 における映像復号装置の構成を示す。同図において、図 2 に示す実施の形態 1 の復号装置との違いは、フレームメモリ 3 がフレームメモリ群 28 に置き換わっており、動き補償部 7 が可変長復号部 27 で復号される動きベクトル 5 と符号化モード情報 13 とにしたがって、フレームメモリ群 28 のうち指定されたフレームメモリから予測画像を得るように構成される。動き補償部 7 は図 2 の復号装置と比べて動作の詳細が異なるが、以下ではその前提で同一図番にて説明を行う。

【0112】

[2] 復号装置の動作概要

復号装置では映像圧縮データ 26 を受け取ると、まず可変長復号部 27 にて後述するエントロピー復号処理が行われて、動きベクトル 5、符号化モード情報 13、直交変換係数データ 17、量子化ステップパラメータ 23 などが復元される。なお、直交変換係数データ 17、量子化ステップパラメータ 23 による予測残差信号の復元処理は、実施の形態 1 の復号装置と同一であるため、説明を省略する。

【0113】

そして、実施の形態 1 の復号装置の場合と同様に、動き補償部 7 は、可変長復号部 27 にて復号された動きベクトル 5 と符号化モード情報 13 とに基づき、フレームメモリ群 28 の中の所定のフレームメモリに格納される参照画像を用いて予測画像 8 を復元する。

【0114】

切替器 54 は、符号化モード情報 13 に基づいて、動き予測モードであれば動き補償部 7 からの予測画像 8 を加算器 55 へ出力する一方、イントラモードであれば 0 を加算器 55 へ出力する。加算器 55 では、これら切替器 54 からの出力を、逆直交変換部 19 の出力である復号信号と加算することによって復号画像 21 を得る。復号画像 21 は以降のフ

レームの予測画像生成に用いられるため、フレームメモリ群 28 に格納される。

【0115】

[3]動き補償予測の動作

符号化装置における動き検出部 2、動き補償部 7 およびフレームメモリ群 28 を用いて行われる動き補償予測処理や、復号装置における動き補償部 7 およびフレームメモリ群 28 を用いて行われる動き補償処理については、図 9 や図 10 から明らかなように、フレームメモリごとの処理単位に分離して考えることができる。符号化装置側にて個々の参照画像 ($F'(t-1)$ など) が格納されるフレームメモリを用いて動きベクトル 5 と予測画像 8 を得る処理を実施の形態 1 にて説明した [3] - 1 - 1 ~ [3] - 1 - 5 からなる [3] - 1 の符号化装置における動き補償予測処理、また復号装置側にて個々の参照画像 ($F'(t-1)$ など) が格納されるフレームメモリを用いて予測画像 8 を得る処理を実施の形態 1 の [3] - 2 - 1 ~ [3] - 2 - 4 からなる [3] - 2 の復号装置における動き補償処理とみなすことができ、実施の形態 1 に記載した手順をそのまま適用可能である。

【0116】

従って、以上の構成をもつ本実施の形態 2 の映像符号化装置または復号装置によれば、上記実施の形態 1 の映像符号化装置または復号装置の場合と同様に、動きの局所的な状況に適應して動き補償予測単位となるブロックの大きさに応じて、従来例にて述べた仮想サンプルの精度を切り替えると共に、動きベクトルの符号化・復号方法も切り替えているので、メモリバンド幅を抑えながら画質を保った圧縮符号化を行うことが可能となる。

【0117】

特に、図 9 に示すように前方向も後方向も含めた両方向の複数のフレームメモリから予測画像を生成する必要がある場合や、図 10 に示す片方向でも複数のフレームメモリから予測画像を生成する必要がある場合には、それだけフレームメモリからの読み出し画素数が増大することは明らかであるが、本実施の形態 2 によれば、動きが複雑等で精緻な動き補償予測の効果が薄れる場合には、仮想サンプル精度を半画素、あるいは整数画素までに限定して動きベクトルの表現精度も低くすることで、符号化効率を保ちながらフレームメモリアクセス時のメモリバンド幅を低減することができる。その結果、本実施の形態 2 によれば、特に複数のフレームメモリに格納された複数の参照画像を参照して動き補償予測を行う両方向予測等の場合には、符号化装置における動きベクトル検出処理ならびに復号装置の予測画像生成処理に関して著しい演算量削減効果が期待される。

【0118】

また、本実施の形態 2 では、複数のフレームメモリを有しているので、図 9 に示す通常の両方向予測や、図 10 に示す過去の複数の参照画像からの片方向予測だけでなく、例えば、通常はその複数のフレームメモリの内容を復号画像をもって逐次更新を行う一方、複数のフレームメモリのうち一つのフレームメモリの内容のみ更新しないことが指示等された場合には、その複数のフレームメモリのうち一つのフレームメモリの内容のみ更新しないようにして、複数のフレームメモリを逐次更新を行うショートタームフレームメモリと、次のイベントが発生するまで参照画像が更新されないロングタームフレームメモリとして使用して、ショートタームフレームメモリとロングタームフレームメモリの参照画像を用いて動き補償予測を行うようにしても勿論かまわない。このようにすれば、動画像信号の時間的な局所的特性に応じて複数のフレームメモリを弾力的に使用することが可能となり、フレームメモリを効率的に使用しつつも、符号化シーケンスに影響されずに高い予測効率を維持しながら符号化を行うことができることになる。

特に、動きの局所的な状況に適應して、動き補償予測単位となるブロックの大きさに応じて動き補償予測を行う際の仮想サンプルの精度を切り替えたり、動きベクトルの算出方法も切り替えるだけでなく、その動き補償予測を行う領域単位で適應的に図 9 に示す両方向予測や図 10 に示す片方向予測等を切り替えたり、あるいはその領域単位で通常はその複数のフレームメモリの内容を復号画像をもって逐次更新を行うのと、複数のフレームメモリのうち一つのフレームメモリの内容のみ更新しないことが指示等された場合におけるその複数のフレームメモリのうち一つのフレームメモリの内容のみ更新しないようにすること

を適応的に切り替えるようにすれば、空間的だけでなく時間的な局所的な動きなどの各種の特徴が現れる場合でも、メモリバンド幅を増大させることなく、符号化効率を向上させると共に、画質も向上させることが可能となる。

【 0 1 1 9 】

実施の形態 3 . (仮想画素算出手段の切り換えフラグ)

本実施の形態 3 では、実施の形態 1 や実施の形態 2 に述べた映像符号化装置および映像復号装置に対し、さらに、仮想サンプル算出方法の適応切り換えの自由度を向上させる仮想サンプル算出方法切り換えフラグを導入した映像符号化装置および映像復号装置について説明する。

【 0 1 2 0 】

実施の形態 1 および 2 に示した映像符号化装置および映像復号装置では、図 4 の、 8×8 MCより小さい例えば 8×4 や、 4×8 、 4×4 サイズでの動き補償予測を半画素精度の仮想サンプルに限定して予測を行うように構成したが、映像によっては、 8×8 MCより小さいよりも小さい単位での動き補償予測であっても予測効率向上のために $1/4$ 画素精度の動き補償予測を必要とする場合がありうる。例えば、動き補償予測対象の画像が十分にテクスチャを保存していながら、入力信号に載った微妙な雑音成分が動きベクトルのばらつきを生じさせてしまうような場合がありうる。このような場合では、単純に動きの複雑さのみを仮定して仮想サンプル精度を固定化させてしまうのではなく、映像の局所的な信号状況に適応化させて、最適な仮想サンプル精度を選択させることで、真に微細な仮想サンプル精度を必要とする場合にのみ必要最小限の演算量を追加させるように装置構成を行うことができ、さらなる映像符号化品質の向上を図ることが可能である。

【 0 1 2 1 】

図 1 2 に、本実施の形態 3 における映像符号化装置の構成を示す。

図 1 3 に、本実施の形態 3 における映像復号装置の構成を示す。図 1 2 および 1 3 において、上記に述べた動き補償予測精度の適応化のための役割を果たすのが、動き補償予測の精度切り換え信号である仮想サンプル精度切り換えフラグ 2 9 であり、それ以外の点は、図 1 または図 2 に示す実施の形態 1 の映像符号化装置または映像復号装置と同様である。

【 0 1 2 2 】

次に動作を説明する。

図 1 2 に示す本実施の形態 3 の符号化装置側では、仮想サンプル精度切り換えフラグ 2 9 は、符号化装置内部における入力映像データの事前解析もしくは符号化装置を含むシステムにおける外的要因、例えば送信バッファ 24 のバッファ残量や符号化ビットレート等の送信環境などに基づいて、所定の映像データ単位でフラグの値の決定が行われ、動き検出部 2 および動き補償部 7 に入力される。動き検出部 2 および動き補償部 7 では、入力する仮想サンプル精度切り換えフラグ 2 9 に基づいて、以下に示すように、切り換え単位を適応的に変化させながら、動き補償予測の際の仮想サンプル精度や、動きベクトルの算出方法を変えて、動きベクトルおよび予測画像を生成する。

【 0 1 2 3 】

仮想サンプル精度切り換えフラグ 2 9 の値については、例えば以下のような意味付けを考えることができる。具体的には、仮想サンプル精度切り換えフラグ 2 9 が ON または 1 であるとは、切り換え単位となる映像データ単位内において、すべての 8×8 MC未満のブロックサイズでの動き補償予測を $1/4$ 画素精度の動き補償予測によって行う、ということを指示する。つまり、この場合は従来例の図 1 8 に示したような多タップフィルタを用いることを前提に多くの画素データをフレームメモリから読み出すことを許容しても予測効率を優先する。この際は、すべての動きベクトルが同一精度であるため、[3] - 1 - 3 に述べた動きベクトルの精度変換を伴う動きベクトル予測と符号量算出は実施しない。

【 0 1 2 4 】

これに対し、仮想サンプル精度切り換えフラグ 2 9 が OFF または 0 であるとは、すべての 8×8 MC未満である図 4 の場合であれば 8×4 や、 4×8 、 4×4 サイズでのブロックサイズで

の動き補償予測を半画素精度の動き補償予測を実施せよ、ということを示す。この指定は、従来例の図 17 に示したような半画素精度の仮想サンプルでも必要十分な予測効率が得られるケースで用いられる。この際は、8×8MC未満のブロックサイズでは、動きベクトルの精度が異なるため、適宜、[3] - 1 - 3 に述べた動きベクトルの精度変換を伴う動きベクトル予測と符号量算出を実施することになる。なお、ON/OFFと、1/0の関係は、これに固定化されるものではなく、もちろん逆の関連付けを行ってもよい(ON=0、OFF=1)。

【0125】

仮想サンプル精度切り換えフラグ 29 の切り換え単位となる映像データ単位は、例えばマクロブロック、スライス(複数のマクロブロックから構成される映像フレームの単位領域)、フレームやフィールド(インタレース信号の場合)、シーケンス(複数の映像フレームから構成される時系列単位)などがありうる。

【0126】

このように符号化側で設定された仮想サンプル精度切り換えフラグ 29 は、所定の映像データ単位で可変長符号化部 6 においてビットストリームに多重化される。

【0127】

復号装置では、図 13 に示すように、可変長復号部 27 が仮想サンプル精度切り換えフラグ 29 の値を復号し、同フラグ 29 が付与された映像データ単位ごとに上記規範に基づいて、可変長復号部 27 は、必要に応じて[3] - 2 - 3 に述べた精度適応の動きベクトル 5 の復号処理を行い、動き補償部 7 は、仮想サンプル精度切り換えフラグ 29 が指定する精度の仮想サンプル生成処理と動きベクトル 5 に基づいて、予測画像 8 の生成を行うように構成する。

【0128】

従って、以上の構成を有する本実施の形態 3 の映像符号化装置および映像復号装置によれば、予測効率と演算負荷とのトレードオフを自在に制御することが可能となり、自由度の高い映像符号化を行うことができるようになる。

【0129】

なお、本実施の形態 3 は、実施の形態 1 の事例をもとに説明したが、仮想サンプル精度切り換えフラグ 29 が実施の形態 2 における映像符号化装置および映像復号装置にも適用可能であることはいうまでもない。

【0130】

実施の形態 4 . (空間予測部あり)

上記実施の形態 1 ~ 3 の画像符号化装置および画像復号装置側では、イントラモードの場合、空間予測を行わない通常のフレーム内符号化により説明したが、この実施の形態 4 では、イントラモードとしてフレーム内で空間予測を用いて動画信号と予測信号との差分信号を符号化するイントラ予測モードにより符号化を行う空間予測部 10 a を設けた例について説明する。

【0131】

図 14 に、図 1 に示す実施の形態 1 の符号化装置に対し空間予測部 10 a を追加した本実施の形態 4 の符号化装置の構成を示す。図 14 に示すように、本実施の形態 4 の符号化装置では、空間予測部 10 a を追加したので、空間予測部 10 a から可変長符号化部 14 へイントラ予測モード 14 を出力すると共に、切替器 52 には実施の形態 1 ~ 3 の場合のイントラモードの 0 入力の代わりに空間予測部 10 a から空間予測画像 20 が出力されることになる。その他は、実施の形態 1 と同様である。

【0132】

図 15 に、図 2 に示す実施の形態 1 の復号装置から空間予測部 10 a を追加した本実施の形態 4 の復号装置の構成を示す。図 15 に示すように、本実施の形態 4 の復号装置では空間予測部 10 a を追加したので、すなわち図 14 に示すように符号化装置側にて空間予測部 10 a を追加したので、可変長復号部 27 から空間予測部 10 a へイントラ予測モード 14 が出力されると共に、切替器 54 には実施の形態 1 ~ 3 の場合のイントラモードの 0 入力の代わりに空間予測部 10 a から空間予測画像 20 が出力されることになる。その

他は、実施の形態 1 と同様である。

【 0 1 3 3 】

簡単に動作を説明すると、図 1 4 に示す本実施の形態 4 の符号化装置では、空間予測部 1 0 a によるイントラ予測モード符号化が行われる場合には、空間予測部 1 0 a から可変長符号化部 1 4 へイントラ予測モード 1 4 が出力され、可変長符号化部 6 では、動きベクトル 5、量子化ステップパラメータ 2 3、符号化モード情報 1 3、直交変換係数データ 1 7 と共にイントラ予測モード 1 4 もエントロピー符号化を行い、送信バッファ 2 4 経由で、映像圧縮データ 2 6 として伝送する。そして、本実施の形態 4 の切替器 5 2 では、符号化モード情報 1 3 に従って、その符号化モード情報 1 3 が時間方向の予測である動き予測モードを示している場合には、逆量子化および逆直交変換された直交変換係数データ 1 7 と、動き補償部 7 からの予測画像 8 と加算して局所復号画像 2 1 としてフレームメモリ 3 へ出力するか、あるいはその符号化モード情報 1 3 が空間方向の予測であるイントラ予測モードを示している場合には、逆量子化および逆直交変換された直交変換係数データ 1 7 と、空間予測画像 2 0 とが加算されて局所復号画像 2 1 として出力され、降のフレームの動き予測に用いられるため、参照画像データとしてフレームメモリ 3 へ格納される。

10

【 0 1 3 4 】

その一方、図 1 5 に示す本実施の形態 4 の復号装置では、可変長復号部 2 7 がイントラ予測モード 1 4 を復号され、空間予測部 1 0 a へ出力され、空間予測画像 2 0 が復元される。そして、本実施の形態 4 の切替器 5 4 では、可変長復号部 2 7 からの符号化モード情報 1 3 に基づいて、時間方向の予測である動き予測モードであれば動き補償部 7 からの予測画像 8 を加算器 5 5 へ出力する一方、空間方向の予測であるイントラ予測モードを示している場合には空間予測画像 2 0 を加算器 5 5 へ出力する。加算器 5 5 では、これら切替器 5 4 からの出力を、逆直交変換部 1 9 の出力である復号信号と加算することによって復号画像 2 1 を得て、以降のフレームの予測画像生成に用いられるため、フレームメモリ 3 に格納される。

20

【 0 1 3 5 】

従って、本実施の形態 4 の画像符号化装置および画像復号装置側によれば、上記実施の形態 1 の画像符号化装置および画像復号装置におけるイントラモードの代わりに、フレーム内で空間予測を用いて動画像信号と予測信号との差分信号を符号化するイントラ予測モードを採用するようにしたので、上記実施の形態 1 と同様の効果が得られると共に、上記実施の形態 1 にて行う通常のイントラモードよりも、圧縮効率を向上させることができる。

30

【 0 1 3 6 】

なお、この実施の形態 4 では、図 1 に示す実施の形態 1 の符号化装置、および図 2 に示す実施の形態 1 の復号装置に対し空間予測部 1 0 a を追加したものを実施の形態として図示して説明したが、本発明では、これに限らず、図 8 および図 1 1 に示す実施の形態 2 の符号化装置および復号装置に対し空間予測部 1 0 a を追加することも、さらには図 1 2 および図 1 3 に示す実施の形態 3 の符号化装置および復号装置に対し空間予測部 1 0 a を追加することも可能であり、これらの場合も、上記と同様に説明することができる。

【 0 1 3 7 】

実施の形態 5 . (応用製品)

上記実施の形態 1 ~ 4 では、画像符号化装置または画像復号装置等の要素製品として説明したが、この実施の形態 5 では、実施の形態 1 ~ 4 の画像符号化装置または画像復号装置等の要素製品が実装される最終製品について簡単に説明する。

40

【 0 1 3 8 】

図 1 6 は、実施の形態 1 ~ 4 の画像符号化装置および画像復号装置等の要素製品が実装された実施の形態 6 の携帯電話の構成を示している。この携帯電話は、図 1 6 に示すように、送受信部 7 1、ベースバンド処理部 7 2、制御部 7 3、音声コーデック 7 4、ビデオコーデック 7 5、インタフェース 7 6、カメラ 7 7、ディスプレイ 7 8、マイク・スピーカ 7 9、アンテナ 8 0 等を備えて構成されており、このビデオコーデック 7 5 が上記実施

50

の形態 1 ~ 4 のいずれかの画像符号化装置および画像復号装置が搭載されることになる。

【 0 1 3 9 】

従って、本実施の形態 6 の携帯電話によれば、実施の形態 1 ~ 4 の画像符号化装置および画像復号装置等の要素製品を実装することにより、動きの局所的な状況に適応して、メモリバンド幅を抑えながら画質を保った圧縮符号化を行うことが可能となり、メモリバンド幅削減により映像復号処理実装の簡略化、消費電力化に著しい効果を発揮する。

【 0 1 4 0 】

なお、本実施の形態 5 では、実施の形態 1 ~ 4 の画像符号化装置または画像復号装置等の要素製品が実装される最終製品として、画像符号化装置および画像復号装置の双方をビデオコーデック 7 5 に搭載した携帯端末を一例に説明したが、本発明では、これに限らずに、図示まではしないが、実施の形態 1 ~ 4 の画像符号化装置のみを搭載した放送装置や、実施の形態 1 ~ 4 の画像復号装置のみを搭載した DVD プレーヤ等にも適用できることは勿論である。これら映像再生を主とするプレーヤや、携帯電話、携帯情報端末などにハードウェア実装する際に、メモリバンド幅削減により映像復号処理実装の簡略化、消費電力化に著しい効果を発揮する。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 4 1 】

【図 1】実施の形態 1 における映像符号化装置の構成を示す図。

【図 2】実施の形態 1 における映像復号装置の構成を示す図。

【図 3】符号化装置における動き補償予測処理を示すフローチャート。

【図 4】実施の形態 1 における動きベクトルの検出単位領域の構成を示す。

【図 5】実施の形態 1 による仮想サンプル精度の局所的設定により、 8×4 , 4×8 , 4×4 MC の各モードについて、仮想サンプル生成に必要なメモリバンド幅を削減することができることを説明するための図。

【図 6】ステップ S4 における予測差分値(MVD)の求め方を説明するための図。

【図 7】復号装置側における動き補償処理を示すフローチャート。

【図 8】実施の形態 2 における映像符号化装置の構成を示す図。

【図 9】両方向予測の実行の方法を示す図。

【図 10】複数の参照画像を用いて動きベクトルを検出する両方向予測とは別の例を示す図。

【図 11】実施の形態 2 における映像符号化装置の構成を示す図。

【図 12】実施の形態 3 における映像符号化装置の構成を示す図。

【図 13】実施の形態 3 における映像復号装置の構成を示す図。

【図 14】実施の形態 4 における映像符号化装置の構成を示す図。

【図 15】実施の形態 4 における映像復号装置の構成を示す図。

【図 16】実施の形態 1 ~ 4 の画像符号化装置および画像復号装置等の要素製品が実装された実施の形態 5 の携帯電話の構成を示す図。

【図 17】1/2画素精度のサンプルの生成の様子を示す図。

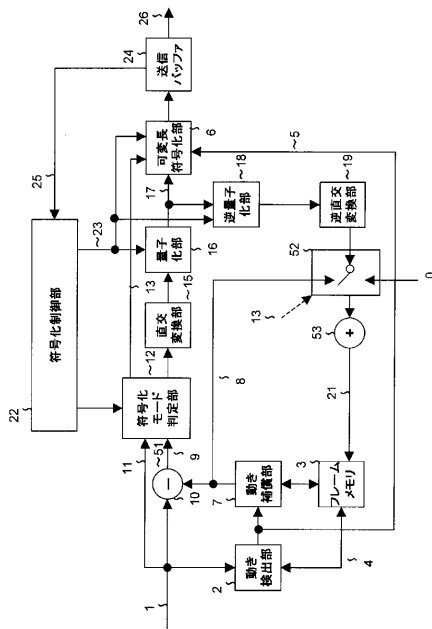
【図 18】水平処理の場合のみの1/4画素精度の仮想サンプル生成のために作られる半画素精度の仮想サンプルaと、下式の整数画素のX成分 $X_{-4} \sim X_4$ との位置関係を示す図。

【符号の説明】

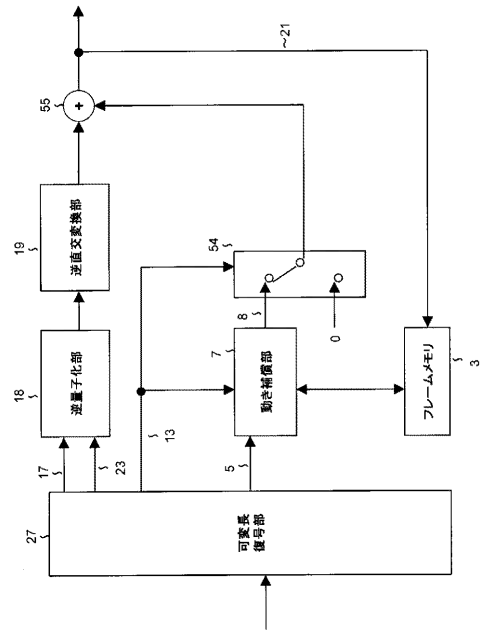
【 0 1 4 2 】

2 動き検出部、3 フレームメモリ、6 可変長符号化器、7 動き補償部、10 減算器、10a 空間予測部、12 符号化モード判定部、16 量子化部、18 逆量子化部、19 逆直交変換部、22 符号化制御部、24 送信バッファ、27 可変長復号部、28 フレームメモリ群、52 切替器、53 加算器、54 切替器、55 加算器。

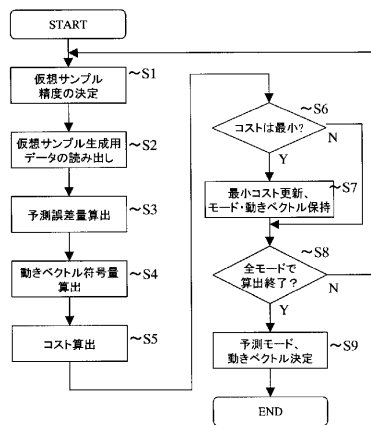
【 図 1 】



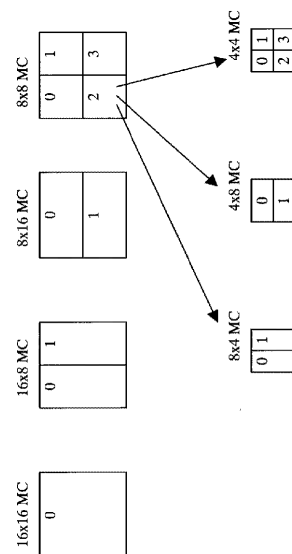
【 図 2 】



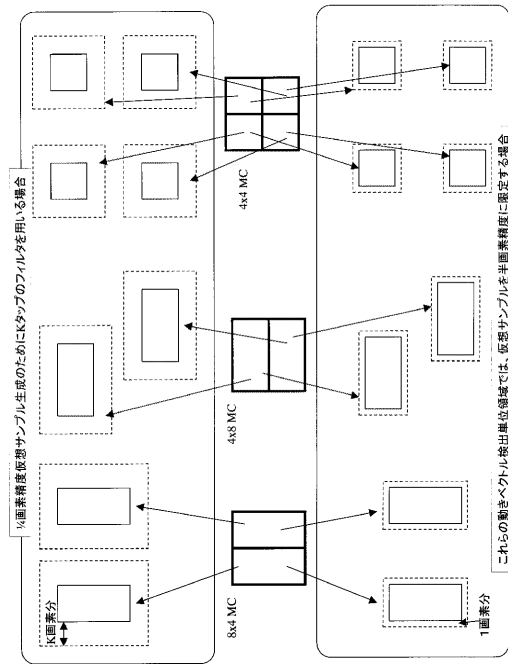
【圖 3】



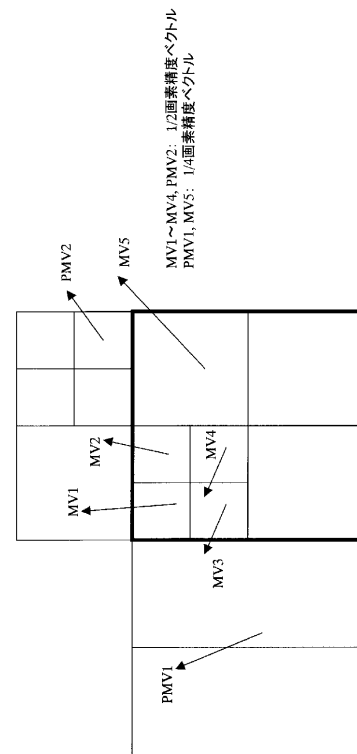
【 図 4 】



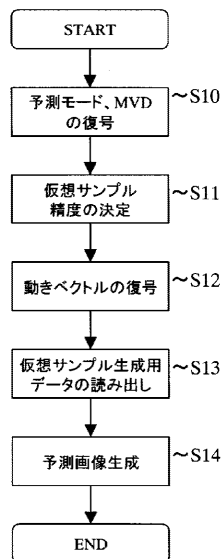
【図5】



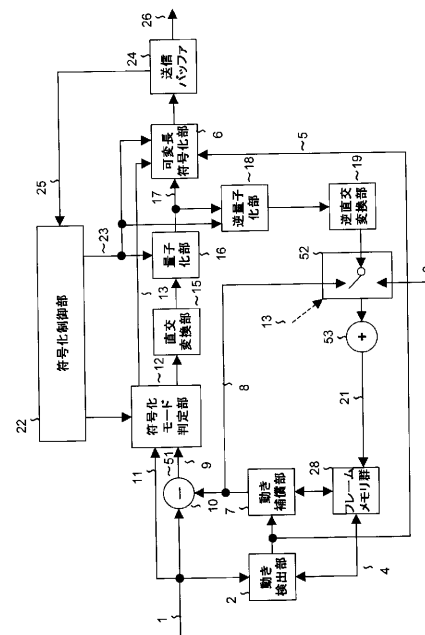
【図6】



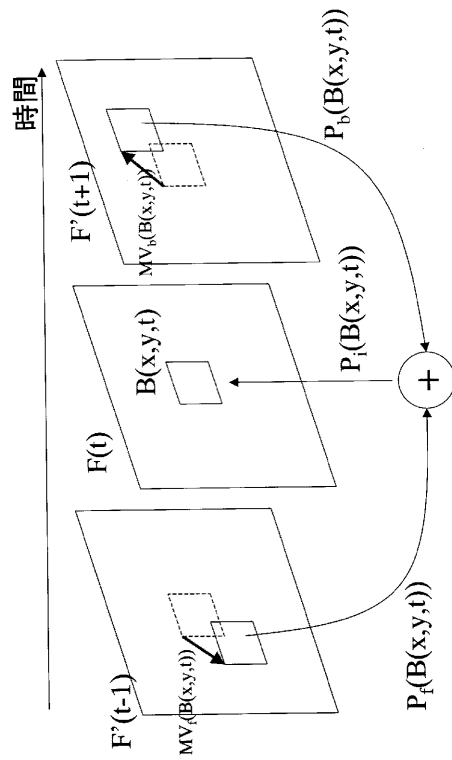
【図7】



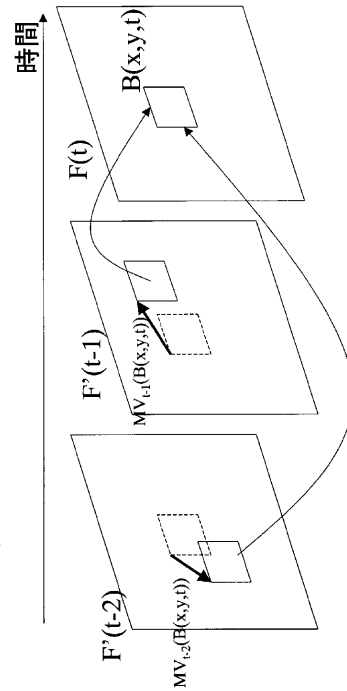
【図8】



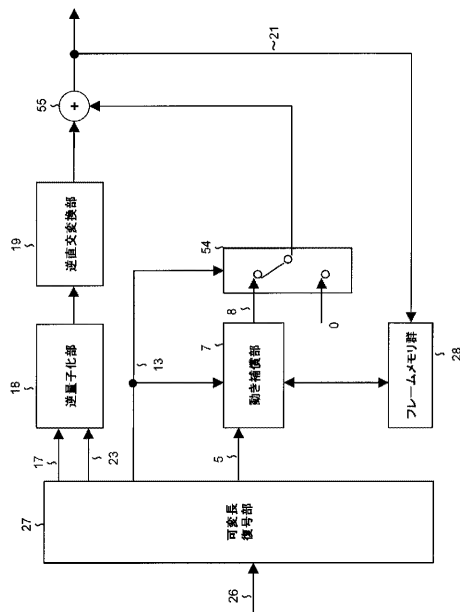
【図 9】



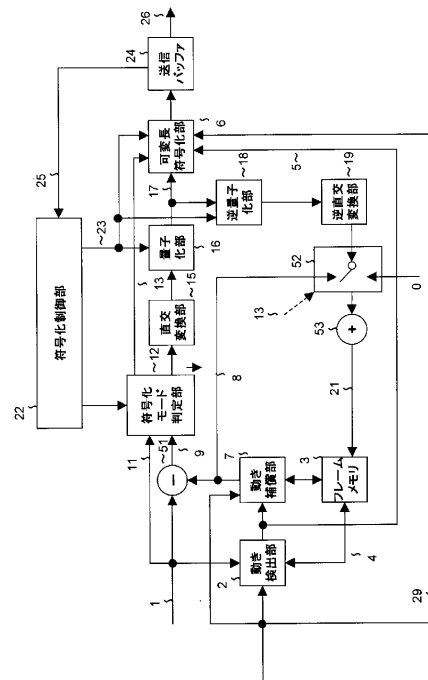
【図 10】



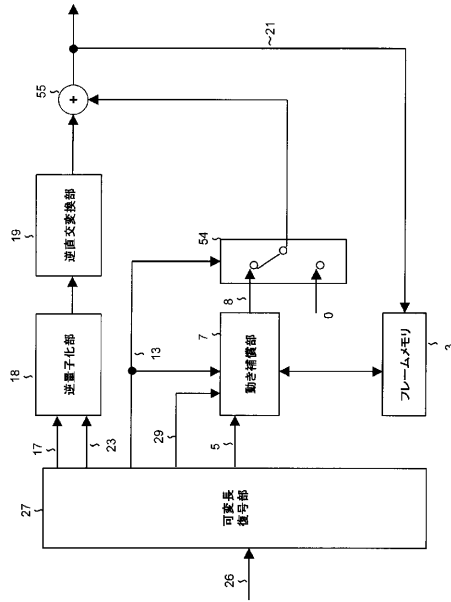
【図 11】



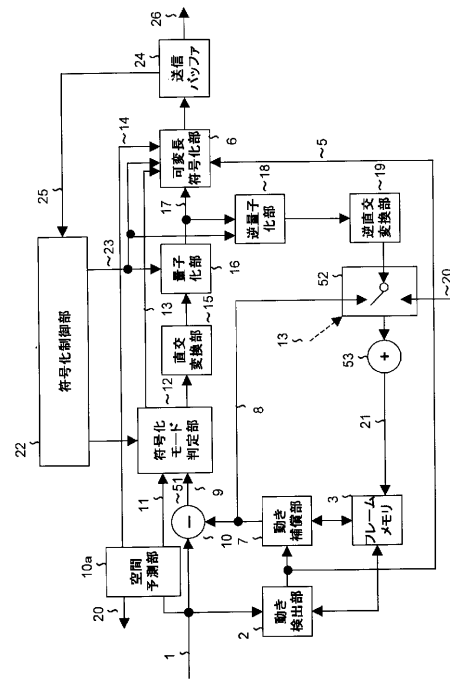
【図 12】



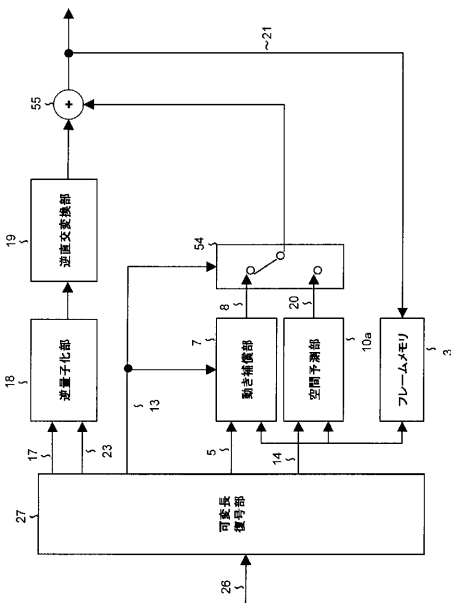
【図 13】



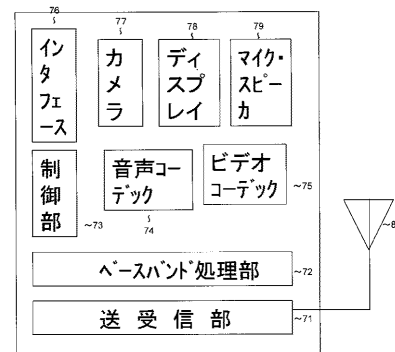
【図 14】



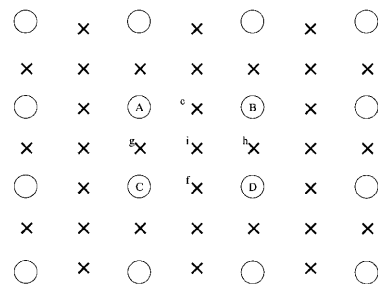
【図 15】



【図 16】



【図 17】



(半画素予測画素の生成方法)

【図 18】

$$\begin{matrix} \textcircled{x_4} & \textcircled{x_5} & \textcircled{x_6} & \textcircled{x_7} & \times & \textcircled{x_8} & \textcircled{x_9} & \textcircled{x_{10}} \end{matrix} \quad \begin{matrix} a \\ \times \end{matrix}$$

($\frac{1}{4}$ 画素MC時の半画素予測画素の生成方法、
水平処理のみ図示)

フロントページの続き

- (72)発明者 山田 悦久
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 浅井 光太郎
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 坂東 大五郎

- (56)参考文献 特開2001-189934(JP, A)
Jordi Ribas-Corbera and David L. Neuhoff, Optimizing motion-vector accuracy in block-based video coding, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2001年 4月, Vol. 11, No. 4, p. 497-511

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