

明 細 書

発明の名称：

画像符号化方法、画像復号方法、画像符号化装置および画像復号装置

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、画像符号化方法、画像復号方法、画像符号化装置および画像復号装置に関する。

背景技術

[0002] 動画画像符号化、復号技術では、ブロック毎の動き補償補間処理を行うことが一般的である。参照する画像信号は外部メモリに蓄積されるため、ハードウェアで実装された場合、データの読み出し量に制約が生じる場合がある。そのため、メモリにアクセスする量が増大すると符号化、復号の動作におけるボトルネックになる、いわゆるメモリバンド幅が問題となる。

[0003] ブロック毎の動き補償補間処理において、水平方向と垂直方向のFIR (Finite Impulse Response) の補間フィルタ処理を行う。補間フィルタ処理では、ブロック外の画素にアクセス必要がある。ブロック外の画素数が多くなると、その分、画素あたりのメモリバンド幅が増大する。

[0004] 従来は、例えば、ブロック外にアクセスする画素数の割合が相対的に増加する小さいブロックサイズに対して補間フィルタのタップ長を短いものを適用することで、画素あたりのメモリバンド幅を削減していた。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第4 1 2 0 3 0 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、従来技術では、適切にメモリバンド幅を削減できない場合があった。例えば、4：2：0や4：2：2といった輝度（輝度成分）よりも色差（色差成分）の画素のサンプル数が少なく、解像度が低い色フォーマ

ットの時には、輝度を基準に考えると、色差の方が大きく拡大するように補間する必要がある。そのため、色差の補間処理に2タップよりも長いフィルタを用いた場合、輝度ブロックの単位で処理を切り替えても色差信号の処理が制限できない場合が生じるという問題があった。

課題を解決するための手段

- [0007] 実施形態の画像符号化方法は、取得ステップと、生成ステップとを含む。取得ステップは、参照画像を取得する。生成ステップは、輝度成分および色差成分ごとに、取得された参照画像に対して動きベクトルに応じた補間処理を行って、参照画像より解像度の大きい予測画像を生成する。また、生成ステップは、補間処理の単位として指定されたブロックの大きさが予め定められた閾値より小さい場合に、参照画像のアクセスする画素数が大きい補間処理を表す特定補間処理を行わずに色差成分の予測画像を生成する。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本実施形態にかかる画像符号化装置のブロック図。
[図2]色フォーマット情報の一例を示す図。
[図3]4 : 2 : 0フォーマット・色差信号での動きベクトルの図。
[図4]4 : 2 : 0フォーマット・輝度信号での動きベクトルの図。
[図5]4 : 2 : 2フォーマット・色差信号での動きベクトルの図。
[図6]4 : 2 : 2フォーマット・輝度信号での動きベクトルの図。
[図7]4 : 2 : 0フォーマットでアクセスする画素の例を示す図。
[図8]4 : 2 : 0フォーマットでアクセスする画素の例を示す図。
[図9]4 : 2 : 2フォーマットでアクセスする画素の例を示す図。
[図10]画像符号化装置に対応する画像復号装置のブロック図。
[図11]予測画像生成部のブロック図。
[図12]本実施形態における制御処理のフローチャート。
[図13]メモリバンド幅を削減する処理のフローチャート。
[図14]メモリバンド幅を削減する処理のフローチャート。
[図15]メモリバンド幅を削減する処理のフローチャート。

[図16]本実施形態にかかる装置のハードウェア構成図。

発明を実施するための形態

- [0009] 以下に添付図面を参照して、この発明にかかる画像符号化方法、画像復号方法、画像符号化装置および画像復号装置の好適な実施形態を詳細に説明する。
- [0010] 本実施形態にかかる画像符号化装置および画像復号装置は、色差のフォーマット情報を参照し、所定のブロックサイズより小さいブロックに対しては、動きベクトルの示す画素位置が色差で補間処理とならないように制御することでメモリバンド幅を削減する。
- [0011] 図1は、本実施形態にかかる画像符号化装置100の構成の一例を示すブロック図である。図1に示すように、画像符号化装置100は、減算部102と、変換／量子化部103と、逆量子化／逆変換部104と、エントロピー符号化部105と、加算部106と、フレームメモリ108と、予測画像生成部110と、予測制御部112と、符号化制御部113と、動きベクトル探索部116と、を備えている。
- [0012] 画像符号化装置100は、入力動画像信号101から、符号化データ120を生成する。画像符号化装置100には、例えばフレーム単位で入力動画像信号101が入力される。入力動画像信号101は、例えば、マクロブロックといった単位にブロック化される。
- [0013] 減算部102は、予測画像生成部110で生成された予測画像信号111と入力動画像信号101との差分である予測誤差信号を出力する。
- [0014] 変換／量子化部103は、予測誤差信号を例えば離散コサイン変換（DCT）などにより直交変換した上で、量子化処理を実行し、量子化変換係数情報を生成する。量子化変換係数情報は、二分岐され、一方は、エントロピー符号化部105に入力される。二分岐された量子化変換係数情報の他方は、逆量子化／逆変換部104に入力される。
- [0015] 逆量子化／逆変換部104は、変換／量子化部103の処理と逆の処理として、逆量子化、逆変換の処理を量子化変換係数情報に対して実行し、予測

誤差信号を再生する。

- [0016] 加算部 106 は、予測誤差信号と予測画像信号とを加算する。これにより、復号画像信号 107 が生成される。復号画像信号 107 は、フレームメモリ 108 に入力される。
- [0017] フレームメモリ 108 は、参照画像信号を記憶する記憶部である。フレームメモリ 108 は、復号画像信号 107 に対してフィルタ処理等を行った後に、予測画像生成部 110 に入力する参照画像信号 109 とするために、復号画像信号 107 を蓄えるかを判定する。参照画像信号 109 は、予測画像生成部 110 に入力されるとともに、動きベクトル探索部 116 にも入力される。
- [0018] 動きベクトル探索部 116 は、入力動画像信号 101 と、参照画像信号 109 とから、動きベクトル情報 117 を生成する。動きベクトル情報 117 は、予測画像生成部 110 に入力されるとともに、エントロピー符号化部 105 にも送られる。
- [0019] 予測画像生成部 110 は、参照画像信号 109 と予測制御情報 118 と動きベクトル情報 117 とから、予測画像信号 111 を生成する。
- [0020] 符号化制御部 113 は、ブロックサイズ制限情報 115 を予測制御部 112 に入力するとともに、プロファイル・レベル情報 119 をエントロピー符号化部 105 に送る。
- [0021] プロファイル・レベル情報 119 は、符号化ツール群の組合せを表すプロファイル情報と、画像復号装置の処理能力に応じた画像符号化装置の制限情報であるレベル情報とを含む。レベル情報は、例えば、時間当たりの最大マクロブロック数、フレームあたりの最大マクロブロック数、ベクトルの最大探索範囲、および、連続する 2 マクロブロック数でのベクトル数等の制限の組合せを示す情報を表す。
- [0022] 例えば、H. 264 では、ベースラインプロファイル、メインプロファイル、ハイプロファイルなどのプロファイル情報が定められている。また、H. 264 では、16 段階のレベル情報が定められている。

- [0023] 本実施形態では、このプロファイル・レベル情報を用いて、メモリバンド幅削減方法を適用するか否か、ブロックサイズの制限値（ブロックサイズ制限情報 115）、および、制限方法等のパラメータを規定する。なお、プロファイル・レベル情報以外の情報でこれらのパラメータを規定するように構成してもよい。
- [0024] ブロックサイズ制限情報 115 は、ブロックサイズの判定に用いる閾値（ブロックサイズの制限値）を定める情報である。例えば、符号化制御部 113 が、プロファイル・レベル情報に応じて異なるブロックサイズ制限情報 115 を設定する。ブロックサイズ制限情報 115 を、プロファイル・レベル情報に含むように構成してもよい。
- [0025] 予測制御部 112 は、符号化制御部 113 から入力されるブロックサイズ制限情報 115 と、入力動画像信号 101 の色フォーマット情報 114 と、動きベクトル探索部 116 から入力される動きベクトル情報 117 とに従って、予測画像生成部 110 による予測画像生成処理を制御する（詳細は後述）。予測制御部 112 は、予測画像生成処理の制御に用いる予測制御情報 118 を生成する。予測制御情報 118 は、予測画像生成部 110 に入力されるとともに、エントロピー符号化部 105 にも送られる。
- [0026] エントロピー符号化部 105 は、符号化情報をエントロピー符号化して予め決められたシンタクスに従って符号化データ 120 を生成する。符号化情報には、例えば、変換／量子化部 103 から入力される量子化変換係数情報、入力動画像信号の色フォーマット情報 114、動きベクトル探索部 116 から入力される動きベクトル情報 117、予測制御部 112 から入力される予測制御情報 118、および、符号化制御部 113 から入力されるプロファイル・レベル情報 119 などが含まれる。
- [0027] ここで、色フォーマット情報 114 について説明する。色フォーマット情報 114 は、入力動画像信号 101 の色フォーマットを表す情報である。図 2 は、色フォーマット情報 114 の一例を示す図である。図 2 は、H. 264 等で用いられる `chroma__format__idc` を色フォーマット情

報 1 1 4 として用いる例を示している。

[0028] `chroma__format__idc=0`は、輝度のみのモノクロフォーマットを表す。`chroma__format__idc=1`は、輝度に対して色差が水平方向と垂直方向の $1/2$ にサンプリングされている $4:2:0$ フォーマットを表す。`chroma__format__idc=2`は、輝度に対して色差が水平方向にのみ $1/2$ にサンプリングされている $4:2:2$ フォーマットを表す。`chroma__format__idc=3`は、輝度と色差が同じ画素数の $4:4:4$ フォーマットを表す。

[0029] 輝度信号の予測ブロックの水平方向のサイズを $nPSW$ とし、垂直方向のサイズを $nPSH$ とする。 $4:2:0$ フォーマットの場合、色差信号 Cb と Cr のブロックは、水平方向のサイズは $nPSW/2$ となり、垂直方向のサイズは $nPSH/2$ となる。 $4:2:2$ フォーマットの場合は、色差信号 Cb と Cr のブロックは、水平方向のサイズは $nPSW/2$ となり、垂直方向のサイズは $nPSH$ となる。 $4:4:4$ フォーマットの場合は、色差信号 Cb と Cr のブロックは、水平方向のサイズは $nPSW$ となり、垂直方向のサイズは $nPSH$ となる。

[0030] 次に、色フォーマットと補間処理との関係について説明する。

[0031] 図3は、 $4:2:0$ フォーマットで色差信号の $1/8$ 画素精度での補間画像での動きベクトルの位置を示す図である。“B”が色差信号の整数画素位置であり、補間処理が必要ない動きベクトルの位置を示す。白色の部分は、水平方向または垂直方向のみの色差信号の1次元補間処理が必要な動きベクトルの位置を示す。薄い網掛けの部分は、水平方向および垂直方向の双方で色差信号の補間処理を行う2次元補間処理が必要な動きベクトルの位置を示す。

[0032] 図4は、 $4:2:0$ フォーマットで輝度信号の $1/4$ 画素精度での補間画像での動きベクトルの位置を示す図である。“A”が輝度信号の整数画素位置であり、輝度信号の補間処理が必要ない動きベクトルの位置を示す。“A”でかつ白色の部分は、輝度信号も色差信号も補間処理が必要ない動きベク

トルの位置を示す。“A”でかつ薄い網掛けの部分は、輝度信号では補間画像処理が必要でないが、色差信号で補間処理が必要な位置を示す。

[0033] 白色の部分のうち“A”でない部分は、水平方向または垂直方向のみの輝度信号および色差信号の1次元補間処理が必要な動きベクトルの位置を示す。薄い網掛けの部分のうち“A”でない部分は、輝度信号および色差信号で水平方向および垂直方向の双方で補間処理を行う2次元補間処理が必要な動きベクトルの位置を示す。濃い網掛けの部分は、輝度信号では、水平方向または垂直方向のみの1次元補間処理が必要であり、色差信号では、水平方向および垂直方向の双方での補間処理を行う2次元補間処理が必要な動きベクトルの位置を示す。

[0034] 図5は、4:2:2フォーマットで色差信号の水平方向に1/4画素精度、垂直方向に1/8画素精度での補間画像での動きベクトルの位置を示す図である。“B”が色差信号の整数画素位置であり、補間処理が必要ない動きベクトルの位置を示す。白色の部分は、水平方向または垂直方向のみの色差信号の1次元補間処理が必要な動きベクトルの位置を示す。薄い網掛けの部分は、水平方向および垂直方向の双方で色差信号の補間処理を行う2次元補間処理が必要な動きベクトルの位置を示す。

[0035] 図6は、4:2:2フォーマットで輝度信号の1/4画素精度での補間画像での動きベクトルの位置を示す図である。“A”が輝度信号の整数画素位置であり、輝度信号の補間処理が必要ない動きベクトルの位置を示す。“A”でかつ白色の部分は、輝度信号も色差信号も補間処理が必要ない動きベクトルの位置を示す。“A”でかつ薄い網掛けの部分は、輝度信号では補間画像処理が必要でないが、色差信号で補間処理が必要な位置を示す。

[0036] 白色の部分のうち“A”でない部分は、水平方向または垂直方向のみの輝度信号および色差信号の1次元補間処理が必要な動きベクトルの位置を示す。薄い網掛けの部分のうち“A”でない部分は、輝度信号および色差信号で水平方向および垂直方向の双方で補間処理を行う2次元補間処理が必要な動きベクトルの位置を示す。濃い網掛けの部分は、輝度信号では、水平方向の

みの1次元補間処理が必要であり、色差信号では、水平方向および垂直方向の双方での補間処理を行う2次元補間処理が必要な動きベクトルの位置を示す。

[0037] 次に、色フォーマットと補間処理でアクセスする画素との関係について説明する。

[0038] 図7および図8は、4:2:0フォーマットで、ブロック単位で補間画像を生成する時にアクセスする画素の例を示す図である。

[0039] 図7は、輝度信号について、8タップの補間フィルタで4×4画素ブロックの補間画像を生成する場合にアクセスを必要とする最大の画素を示している。2次元補間処理の場合、4×4画素ブロックの補間画像を作成するために、ブロック外の左と上の3画素と右と下の4画素にアクセスする必要がある。全体としては、11×11画素にアクセスする必要がある。ブロック外にアクセスする画素数は、タップ長に依存するため、同じタップ長の補間フィルタの場合、小さいブロックほど、画素あたりのアクセス数は大きくなる。

[0040] 図8は、色差信号について、4タップの補間フィルタで、輝度信号の4×4画素ブロックに対応する2×2画素ブロックの補間画像を生成する場合のアクセスを必要とする最大画素を示している。2次元補間処理の場合、2×2画素ブロックの補間画像を作成するために、ブロック外の左と上の1画素と右と下の2画素にアクセスする必要がある。全体としては、5×5画素にアクセスする必要がある。

[0041] 図9は、4:2:2フォーマットで、ブロック単位で補間画像を生成する時にアクセスする画素の例を示す図である。輝度信号について、8タップの補間フィルタで4×4画素ブロックの補間画像を生成する場合にアクセスを必要とする最大の画素は、図7と同様であるため説明を省略する。

[0042] 図9は、色差信号について、4タップの補間フィルタで、輝度信号の4×4画素ブロックに対応する4×2画素ブロックの補間画像を生成する場合のアクセスを必要とする最大画素を示している。2次元補間処理の場合、2×

2画素ブロックの補間画像を作成するために、ブロック外の左と上の1画素と右と下の2画素にアクセスする必要がある。全体としては、 5×7 画素にアクセスする必要がある。

[0043] 図3～図6に示すように、色フォーマットおよび動きベクトルに応じて、補間処理が必要となるか否かが異なる。また、色フォーマットおよび動きベクトルに応じて、1次元補間処理および2次元補間処理のいずれが必要となるかが異なる。また、図7～図9に示すように、色フォーマットに応じて、アクセスする画素数が異なる。

[0044] 本実施形態では、色フォーマットおよび動きベクトルを参照して、参照画像（参照画像信号109）のアクセスする画素数が大きい特定補間処理を行わないように予測画像生成処理を制御する。特定補間処理は、例えば、双方向予測かつ2次元補間となる補間処理である。双方向予測の場合の補間処理を特定補間処理としてもよい。特定補間処理を行わないように予測画像生成処理を制御する具体的な方法については後述する。

[0045] 図10は、画像符号化装置100に対応する画像復号装置300の構成例を示すブロック図である。画像復号装置300は、エントロピー復号部302と、逆量子化／逆変換部303と、加算部304と、フレームメモリ306と、予測画像生成部110と、を備える。

[0046] 画像復号装置300は、符号化データ301から再生動画像信号307を生成する。

[0047] エントロピー復号部302は、予め決められたシンタクスに従って符号化データ301のエントロピー復号処理を行う。エントロピー復号部302は、符号化データ301を復号して、量子化変換係数情報と、予測制御情報311と、動きベクトル情報312と、プロファイル・レベル情報313とを求める。復号された量子化変換係数情報は、逆量子化／逆変換部303に入力される。復号された予測制御情報311、動きベクトル情報312およびプロファイル・レベル情報313は、予測画像生成部110に入力される。

[0048] 量子化変換係数情報、予測制御情報311、動きベクトル情報312、プ

ロファイル・レベル情報 313 は、図 1 の画像符号化装置 100 で符号化される量子化変換係数情報、予測制御情報 118、動きベクトル情報 117、および、プロファイル・レベル情報 119 に相当する。

[0049] 逆量子化／逆変換部 303 は、量子化変換係数情報に対して逆量子化、逆直交変換処理を行って予測誤差信号を再生する。

[0050] 加算部 304 は、予測誤差信号と予測画像信号 310 とを加算して、復号画像信号 305 を生成する。復号画像信号 305 は、フレームメモリ 306 に入力される。

[0051] フレームメモリ 306 は、復号画像信号 305 にフィルタ処理を行って再生動画像信号 307 として出力する。フレームメモリ 306 は、フィルタ処理された復号画像信号 305 を記憶するかを、予測制御情報 311 に基づいて判定する。記憶された復号画像信号 305 は、参照画像信号 308 として予測画像生成部 110 に入力される。

[0052] 予測画像生成部 110 は、参照画像信号 308 と予測制御情報 311 と動きベクトル情報 312 とを用いて、予測画像信号 310 を生成する。

[0053] 図 11 は、画像符号化装置 100 および画像復号装置 300 に備えられる予測画像生成部 110 の構成例を示すブロック図である。予測画像生成部 110 は、スイッチ 201 と、双方向予測部 202 と、単方向予測部 203 と、イントラ予測部 204 と、を備えている。予測画像生成部 110 は、参照画像信号 109 と予測制御情報 118 と動きベクトル情報 117 とから、予測画像信号 111 を生成する。

[0054] 予測制御情報 118 は、例えば、双方向予測部 202、単方向予測部 203、および、イントラ予測部 204 のいずれを用いるかを指定する情報（予測モード）を含む。スイッチ 201 は、この情報を参照して、双方向予測部 202、単方向予測部 203、および、イントラ予測部 204 のいずれかを選択するように切り替える。

[0055] 参照画像信号 109 は、スイッチ 201 によって選択された、双方向予測部 202、単方向予測部 203、および、イントラ予測部 204 のいずれか

に入力される。

[0056] 双方向予測部 202 が選択された場合、双方向予測部 202 は、複数の参照フレームからの参照画像信号 109 と、動きベクトル情報 117 とを用いて、動き補償画像信号を生成し、双方向予測に基づいて予測画像信号 111 を生成する。双方向予測部 202 は、符号化データとして明示的に予測モードが双方向予測であると指定された場合以外にも、いわゆるスキップモード、ダイレクトモード、および、スージモード等の符号化データで明示的に指定される場合、ダイレクトモード、および、スージモード等の符号化データで明示的に指定されず、セマンティックスから暗黙的に双方向予測の動作が指定される場合にも選択される。

[0057] 単方向予測部 203 が選択された場合、単方向予測部 203 は、単一の参照フレームからの参照画像信号 109 と、動きベクトル情報 117 とを用いて、動き補償画像信号を生成し、予測画像信号 111 を生成する。単方向予測部 203 は、符号化データとして明示的に予測モードが単方向予測であると指定された場合以外にも、いわゆるスキップモード、ダイレクトモード、および、スージモード等の符号化データで明示的に指定されず、セマンティックスから暗黙的に単方向予測の動作が指定される場合にも選択される。

[0058] イントラ予測部 204 が選択された場合、イントラ予測部 204 は、画面内の参照画像信号 109 を用いて予測画像信号 111 を生成する。

[0059] 次に、このように構成された本実施形態にかかる画像符号化装置 100 によるメモリバント幅削減のための制御処理について図 12 を用いて説明する。図 12 は、本実施形態における制御処理の全体の流れを示すフローチャートである。

[0060] 符号化制御部 113 は、プロファイル・レベル情報 119 に応じて、プロファイルの制限値 (nLPSW, nLPSH) を設定する (ステップ 101)。ここで、nLPSW は、輝度の水平方向の予測プロファイルの制限値である。nLPSH は、輝度の垂直方向の予測プロファイルの制限値である。

[0061] 例えば、符号化制御部 113 は、プロファイル情報が特定のプロファイル

(例えば、H、264のハイプロファイル)を示す場合、または、レベル情報が特定のレベル(例えば所定のレベル以上のレベル)を示す場合に、予め定められたブロックサイズの制限値(nLPSW, nLPSH)を設定する。符号化制御部113が、プロファイル情報およびレベル情報に応じて段階的にブロックサイズの制限値を設定するように構成してもよい。

[0062] 以下では、変数RWを1/RW画素精度で表現される水平方向の動きベクトル精度とする。また、変数RHを1/RH画素精度で表現される垂直方向の動きベクトル精度とする。また、変数RWと変数RHの初期値を、輝度の動きベクトル精度とする。なお、RW、RHは、通常2のべき乗の値が使われる。

[0063] 予測制御部112は、色フォーマット情報(chroma_format_idc)114が1であるか否かを判断する(ステップS102)。chroma_format_idc114が1の場合(ステップS102: Yes)、予測制御部112は、RWとRHの値をそれぞれ2倍に設定する(ステップS103)。chroma_format_idc114が2であるか否かを判断する(ステップS104)。色差が水平方向と垂直方向の1/2にサンプリングされている4:2:0フォーマットを表すためである。

[0064] chroma_format_idc=1でない場合(ステップS102: No)、予測制御部112は、色フォーマット情報(chroma_format_idc)114が2であるか否かを判断する(ステップS104)。chroma_format_idc=2の場合(ステップS104: Yes)、予測制御部112は、RWの値を2倍に設定する(ステップS105)。chroma_format_idc=2は、輝度に対して色差が水平方向のみ1/2にサンプリングされている4:2:2フォーマットを表すためである。

[0065] それ以外のchroma_format_idcの値の時は(ステップS104: No)、RWとRHの値は変更しない。

[0066] 次に、予測制御部112は、メモリバント幅を制限するか否かを表す変数

Lを算出する（ステップS106）。変数Lは、値が“true”の時、メモリバンド幅の削減手法を適用することを表し、値が“false”の時、適用しないことを表すものとする。

[0067] 上述のように、例えば、双方向予測であり、予測ブロックが小さく、2つの動きベクトルが色差において小数精度の場合、画素あたりのアクセスするメモリバンド幅が大きくなる。そこで、予測制御部112は、以下の式（1）により変数Lを算出する。

$$\begin{aligned} L = & (PredMode == PredBi) \& \& \\ & (nP SW \leq nLP SW) \& \& (nP SH \leq nLP SH) \& \& \\ & (mvL0[0] \& (RW-1)) \& \& \\ & (mvL0[1] \& (RH-1)) \& \& \\ & (mvL1[0] \& (RW-1)) \& \& \\ & (mvL1[1] \& (RH-1)) ; \quad \dots (1) \end{aligned}$$

[0068] ここで、処理対象とするブロックのリスト0の動きベクトルの水平方向の値をmvL0[0]、垂直方向の値をmvL0[1]とする。また、リスト1の動きベクトルの水平方向の値をmvL1[0]、垂直方向の値をmvL1[1]とする。また、PredModeは、予測モードを表す。PredBiは、双方向予測を表す。なお、以下では、リスト0およびリスト1の動きベクトルを用いる単方向予測の予測モードを、それぞれPredL0およびPredL1と表す。

[0069] 式（1）の例では、予測モードPredModeは、PredBiの時、すなわち、双方向予測部202が選択された場合を意味している。また、(nP SW ≤ nLP SW) && (nP SH ≤ nLP SH) は、予測ブロックサイズがブロックサイズ制限情報以下の大きさであることを条件としている。さらに、(mvL0[0] & (RW-1)) && (mvL0[1] & (RH-1)) && (mvL1[0] & (RW-1)) && (mvL1[1] & (RH-1)) では、L0とL1の2つの動きベクトルがともに、色差において2次元補間処理にならないこと、すなわち、動きベクトルの下位ビット

トが小数点以下の精度を表現しているかをチェックしている。なお、“&”は、C言語の記法に従ったビット演算子であり、ビット単位での論理和を表す。

[0070] なお、変数Lを算出する条件式は式(1)に限られるものではない。例えば、式(2)のように、PredBi以外の予測モード(PredL0、PredL1)についても個別に判断するように構成してもよい。

```
L = (nPSW ≤ nLPSW) && (nPSH ≤ nLPSH) &&
((PredMode == PredBi) &&
(mvL0[0] & (RW-1)) &&
(mvL0[1] & (RH-1)) &&
(mvL1[0] & (RW-1)) &&
(mvL1[1] & (RH-1))) ||
((PredMode == PredL0) &&
(mvL0[0] & (RW-1)) &&
(mvL0[1] & (RH-1))) ||
((PredMode == PredL1) &&
(mvL1[0] & (RW-1)) &&
(mvL1[1] & (RH-1)))) ; . . . (2)
```

[0071] また、式(3)のように、単方向予測(PredL0またはPredL1)のためのブロックサイズの制限値(nLPSW1, nLPSH1)を別途設定してもよい。すなわち、単方向予測と双方向予測で制限するブロックサイズが異なってもよい。

```
L = ((PredMode == PredBi) &&
(nPSW ≤ nLPSW) && (nPSH ≤ nLPSH) &&
(mvL0[0] & (RW-1)) &&
(mvL0[1] & (RH-1)) &&
(mvL1[0] & (RW-1)) &&
(mvL1[1] & (RH-1))) ||
```

```

( ( ( n P S W <= n L P S W 1 ) &&
( n P S H <= n L P S H 1 ) ) | |
( ( P r e d M o d e == P r e d L 0 ) &&
( m v L 0 [ 0 ] & ( R W - 1 ) ) &&
( m v L 0 [ 1 ] & ( R H - 1 ) ) &&
( ( P r e d M o d e == P r e d L 1 ) &&
( m v L 1 [ 0 ] & ( R W - 1 ) ) &&
( m v L 1 [ 1 ] & ( R H - 1 ) ) ) ) ; . . . ( 3 )

```

[0072] また、式（４）のように、ブロックサイズの制限値（ $nLPSW$ 、 $nLPSH$ ）以下の時は、双方向予測の時に２つの動きベクトルが、色差において整数画素のみにアクセスするように制限してもよい。

```

L = ( ( P r e d M o d e == P r e d B i ) &&
( n P S W <= n L P S W ) && ( n P S H <= n L P S H ) &&
! ( ( m v L 0 [ 0 ] & ( R W - 1 ) == 0 ) &&
( m v L 0 [ 1 ] & ( R H - 1 ) == 0 ) &&
( m v L 1 [ 0 ] & ( R W - 1 ) == 0 ) &&
( m v L 1 [ 1 ] & ( R H - 1 ) ) == 0 ) ) ; . . . ( 4 )

```

[0073] なお、動きベクトルの値を制限するか否か、または、どのような条件で動きベクトルの値を制限するかは、プロファイル・レベル情報１１９によって区別される。

[0074] 次に、メモリバンド幅を削減する具体的手法について説明する。図１３は、メモリバンド幅を削減する処理の一例を示すフローチャートである。図１３は、メモリバンド幅を削減する手法として、動きベクトルの値を制限する手法の一例を示している。

[0075] 予測制御部１１２は、変数 L が“true”であるか否かを判断する（ステップＳ２０１）変数 L が“true”の場合（ステップＳ２０１：Yes）、予測制御部１１２は、 $L0$ と $L1$ の２つの動きベクトルの値を式（５）のように変換する（ステップＳ２０２）。

[0076]
$$mvL0[0] = ((mvL0[0] + (RW \gg 1)) / RW) \times RW$$
;

$$mvL0[1] = ((mvL0[1] + (RH \gg 1)) / RH) \times RH$$
;

$$mvL1[0] = ((mvL1[0] + (RW \gg 1)) / RW) \times RW$$
;

$$mvL1[1] = ((mvL1[1] + (RH \gg 1)) / RH) \times RH$$
;

$$\dots (5)$$

[0077] “>>”はC言語の記法に従った算術右シフトを表す。“/”は整数演算での除算を表す。“×”は整数演算での乗算を表す。式(5)により、L0とL1の2つの動きベクトルの色差信号の補間精度分のビットが丸められて0となる。これにより、2次元補間処理を行わないようにすることができ、メモリバンド幅の削減を実現できる。

[0078] ここでは、一般的な四捨五入による丸め方法を示しているが、それ以外の方法であってもよい。例えば、切捨て、切り上げ、および、最近接偶数への丸め等の方法でも構わない。

[0079] 値を変更された動きベクトル情報117は、エントロピー符号化部105で符号化され、符号化データとして出力される。図13の手法は、動きベクトルの値を制限することで、動きベクトル情報117を制御し、メモリバンド幅が増大するような符号化データを生成しないようにする手法である。

[0080] これに対し、値を変更された動きベクトル情報117をエントロピー符号化部105で符号化するのではなく、変更前の動きベクトル情報117をエントロピー符号化で符号化する方法でもよい。この場合は、後述する画像復号装置300の予測画像生成部110は、図12と同様の処理でメモリバンド幅の削減手法を適用するか否かを判断する。適用する場合、画像復号装置300の予測画像生成部110は、図13と同様の処理で、動きベクトルを制限する。

[0081] 動きベクトルの値の変換方法は、式（４）のように、色差の補間精度分を丸める方法に限られるものではない。輝度の補間処理の時は、輝度の補間精度分を丸め、色差の補間処理の時は、色差の補間精度分を丸めるというように、輝度と色差とで別々に丸める方法でもよい。この方法は、画像符号化装置１００と画像復号装置３００で同一の動作を実行するように予め決めておくことで、メモリバンド幅が増大するような予測画像を生成しない方法である。

[0082] 図１４は、メモリバンド幅を削減する処理の他の例を示すフローチャートである。図１４は、動きベクトルの値を制限する手法の他の例を示している。

[0083] この例では、予測制御部１１２および予測画像生成部１１０は、予測モード、予測ブロックサイズおよび動きベクトルなどを選択するコストを計算し、コストが小さい予測モード、予測ブロックサイズおよび動きベクトルを優先して選択することで、最適な組み合わせを選択する。

[0084] 動きベクトルのコストを表す変数 MV_Cost は、式（５）のように、予測残差誤差の絶対値和（ SAD ）と、動きベクトル情報の符号量（ MV_Code ）と、量子化情報から計算されるラグランジェの乗数係数（ λ ）と、を用いて計算される。

$$MV_Cost = SAD + \lambda \times MV_Code \quad \dots (5)$$

[0085] 変数 L が“true”ならば（ステップ $S301$: Yes）、予測制御部１１２は、動きベクトルのコストを表している変数 MV_Cost に予め決められている最大値 $Max\ Value$ を代入する（ステップ $S302$ ）。これにより、予測制御部１１２が、メモリバンド幅が大きい動きベクトルを選択しないように制御する（ステップ $S301$ ）。

[0086] 図１４の方法は、図１３と同様に、動きベクトルの値を制限することで、動きベクトル情報１１７を制御し、メモリバンド幅が増大するような符号化データを生成しないようにする手法である。

[0087] 図１５は、メモリバンド幅を削減する処理の他の例を示すフローチャート

である。図15は、メモリバンド幅を削減する他の手法として、色差の予測モードを制御する方法を示す。

[0088] 変数Lが“true”ならば（ステップS401）、色の予測モードPred Modeのみを単方向予測Pred L0に強制的に書き換える（ステップS402）。これにより、メモリバンド幅が大きな色差信号で双方向予測の場合を制限することができる。

[0089] なお、強制的に書き換える予測モードは、単方向予測Pred L1でもよい。なお、どのような予測モードを制限するか否かは、プロファイル・レベル情報119によって区別される。

[0090] 以上説明したとおり、本実施形態によれば、画像符号化および画像復号において動き補償補間画像を生成するときのメモリバンド幅を削減することができる。

[0091] 次に、本実施形態にかかる装置（画像符号化装置および画像復号装置）のハードウェア構成について図16を用いて説明する。図16は、本実施形態にかかる装置のハードウェア構成を示す説明図である。

[0092] 本実施形態にかかる装置は、CPU（Central Processing Unit）51などの制御装置と、ROM（Read Only Memory）52やRAM（Random Access Memory）53などの記憶装置と、ネットワークに接続して通信を行う通信I/F 54と、各部を接続するバス61を備えている。

[0093] 本実施形態にかかる装置で実行されるプログラムは、ROM52等に予め組み込まれて提供される。

[0094] 本実施形態にかかる装置で実行されるプログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルでCD-ROM（Compact Disk Read Only Memory）、フレキシブルディスク（FD）、CD-R（Compact Disk Recordable）、DVD（Digital Versatile Disk）等のコンピュータで読み取り可能な記録媒体に記録してコンピュータプログラムプロダクトとして提供されるように構成してもよい。

[0095] さらに、本実施形態にかかる装置で実行されるプログラムを、インターネ

ット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成してもよい。また、本実施形態にかかる装置で実行されるプログラムをインターネット等のネットワーク経由で提供または配布するように構成してもよい。

[0096] 本実施形態にかかる装置で実行されるプログラムは、コンピュータを上述した装置の各部（予測画像生成部等）として機能させうる。このコンピュータは、CPU 51 がコンピュータ読取可能な記憶媒体からプログラムを主記憶装置上に読み出して実行することができる。

[0097] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

符号の説明

- [0098] 100 画像符号化装置
101 入力動画像信号
102 減算部
103 変換／量子化部
104 逆量子化／逆変換部
105 エントロピー符号化部
106 加算部
107 復号画像信号
108 フレームメモリ
109 参照画像信号
110 予測画像生成部
111 予測画像信号
112 予測制御部

- 1 1 3 符号化制御部
- 1 1 4 色フォーマット情報
- 1 1 5 ブロックサイズ制限情報
- 1 1 6 動きベクトル探索部
- 1 1 7 動きベクトル情報
- 1 1 8 予測制御情報
- 1 1 9 プロファイル・レベル情報
- 1 2 0 符号化データ
- 3 0 0 画像復号装置
- 3 0 1 符号化データ
- 3 0 2 エントロピー復号部
- 3 0 3 逆量子化／逆変換部
- 3 0 4 加算部
- 3 0 5 復号画像信号
- 3 0 6 フレームメモリ
- 3 0 7 再生動画像信号
- 3 0 8 参照画像信号
- 3 1 0 予測画像信号
- 3 1 1 予測制御情報
- 3 1 2 ベクトル情報
- 3 1 3 プロファイル・レベル情報

請求の範囲

- [請求項1] 輝度成分と色差成分とを含む画像を符号化する画像符号化方法であって、
- 参照画像を取得する取得ステップと、
- 前記輝度成分および前記色差成分ごとに、取得された前記参照画像に対して動きベクトルに応じた補間処理を行って、前記参照画像より解像度の大きい予測画像を生成する生成ステップと、を含み、
- 前記生成ステップは、前記補間処理の単位として指定されたブロックの大きさが予め定められた閾値より小さい場合に、前記参照画像のアクセスする画素数が大きい前記補間処理を表す特定補間処理を行わずに前記色差成分の前記予測画像を生成すること、
- を特徴とする画像符号化方法。
- [請求項2] 前記特定補間処理は、複数の前記参照画像から前記予測画像を生成する双方向予測により、水平方向および垂直方向の両方で補間を行う補間処理であること、
- を特徴とする請求項1に記載の画像符号化方法。
- [請求項3] 前記生成ステップは、前記ブロックの大きさが前記閾値より小さい場合に、前記参照画像の小数画素精度である前記動きベクトルを、前記参照画像の整数画素精度の動きベクトルに変換し、変換した動きベクトルと前記参照画像とから前記予測画像を生成すること、
- を特徴とする請求項1に記載の画像符号化方法。
- [請求項4] 前記生成ステップは、前記ブロックの大きさが前記閾値より小さい場合に、1つの前記参照画像から前記予測画像を生成する単方向予測により、前記参照画像に対して前記動きベクトルに応じた前記補間処理を行って前記予測画像を生成すること、
- を特徴とする請求項1に記載の画像符号化方法。
- [請求項5] 前記生成ステップは、割り当てられたコストが小さい前記動きベクトルを優先して選択し、選択した前記動きベクトルを用いて前記補間

処理を行って前記予測画像を生成し、前記ブロックの大きさが前記閾値より小さい場合に、前記参照画像の小数画素精度である前記動きベクトルのコストを増加させること、

を特徴とする請求項 1 に記載の画像符号化方法。

[請求項6] 輝度成分と色差成分とを含む画像を復号する画像復号方法であって、

参照画像を取得する取得ステップと、

前記輝度成分および前記色差成分ごとに、取得された前記参照画像に対して動きベクトルに応じた補間処理を行って、前記参照画像より解像度の大きい予測画像を生成する生成ステップと、を含み、

前記生成ステップは、前記補間処理の単位として指定されたブロックの大きさが予め定められた閾値より小さい場合に、前記参照画像のアクセスする画素数が大きい前記補間処理を表す特定補間処理を行わずに前記色差成分の前記予測画像を生成すること、

を含むことを特徴とする画像復号方法。

[請求項7] 前記特定補間処理は、複数の前記参照画像から前記予測画像を生成する双方向予測により、水平方向および垂直方向の両方で補間を行う補間処理であること、

を特徴とする請求項 6 に記載の画像復号方法。

[請求項8] 前記生成ステップは、前記ブロックの大きさが前記閾値より小さい場合に、前記参照画像の小数画素精度である前記動きベクトルを、前記参照画像の整数画素精度の動きベクトルに変換し、変換した動きベクトルと前記参照画像とから前記予測画像を生成すること、

を特徴とする請求項 6 に記載の画像復号方法。

[請求項9] 前記生成ステップは、前記ブロックの大きさが前記閾値より小さい場合に、1つの前記参照画像から前記予測画像を生成する単方向予測により、前記参照画像に対して前記動きベクトルに応じた前記補間処理を行って前記予測画像を生成すること、

を特徴とする請求項6に記載の画像復号方法。

[請求項10] 輝度成分と色差成分とを含む画像を符号化する画像符号化装置であって、

参照画像を記憶する記憶部と、

前記輝度成分および前記色差成分ごとに、前記参照画像に対して動きベクトルに応じた補間処理を行って、前記参照画像より解像度の大きい予測画像を生成する生成部と、を備え、

前記生成部は、前記補間処理の単位として指定されたブロックの大きさが予め定められた閾値より小さい場合に、前記参照画像のアクセスする画素数が大きい前記補間処理を表す特定補間処理を行わずに前記色差成分の前記予測画像を生成すること、

を特徴とする画像符号化装置。

[請求項11] 輝度成分と色差成分とを含む画像を復号する画像復号装置であって、

参照画像を記憶する記憶部と、

前記輝度成分および前記色差成分ごとに、前記参照画像に対して動きベクトルに応じた補間処理を行って、前記参照画像より解像度の大きい予測画像を生成する生成部と、を備え、

前記生成部は、前記補間処理の単位として指定されたブロックの大きさが予め定められた閾値より小さい場合に、前記参照画像のアクセスする画素数が大きい前記補間処理を表す特定補間処理を行わずに前記色差成分の前記予測画像を生成すること、

を特徴とする画像復号装置。