

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4122130号
(P4122130)

(45) 発行日 平成20年7月23日 (2008. 7. 23)

(24) 登録日 平成20年5月9日 (2008. 5. 9)

(51) Int. Cl.	F I
HO4N 7/32 (2006.01)	HO4N 7/137 Z
HO4N 11/04 (2006.01)	HO4N 11/04 B

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2000-513240 (P2000-513240)	(73) 特許権者	505131555
(86) (22) 出願日	平成10年9月28日 (1998. 9. 28)		メディアテック インコーポレイション
(65) 公表番号	特表2001-517879 (P2001-517879A)		台湾 300, シン-チュ, サイエンス-
(43) 公表日	平成13年10月9日 (2001. 10. 9)		ベースド インダストリアル パーク, イ
(86) 国際出願番号	PCT/US1998/020234		ノベーション ロード 1, ナンバー 1
(87) 国際公開番号	W01999/016011	(74) 代理人	100094318
(87) 国際公開日	平成11年4月1日 (1999. 4. 1)		弁理士 山田 行一
審査請求日	平成17年9月27日 (2005. 9. 27)	(74) 代理人	100107456
(31) 優先権主張番号	60/060, 112		弁理士 池田 成人
(32) 優先日	平成9年9月26日 (1997. 9. 26)	(74) 代理人	100123995
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 野田 雅一
(31) 優先権主張番号	09/002, 295		
(32) 優先日	平成9年12月31日 (1997. 12. 31)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチコンポーネント圧縮エンコーダのモーションサーチ方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ブロック基準符号化システム内でモーション推測を最適化するための方法であって、
第1のモーションベクトルと第1の残差を生成するために、アンカフレームに関して符号化されるマクロブロックのモーションを、輝度コンポーネントを使用して推測するステップと、

第2のモーションベクトルと第2の残差を生成するために、前記アンカフレームに関して符号化される前記マクロブロックのモーションを、第1の色度コンポーネントを使用して推測するステップと、

後続のモーション推測又はモーション符号化プロセスで使用するために、好ましいモーションベクトルとして、前記第1のモーションベクトルと前記第2のモーションベクトルのうち1つを選定するステップと、

を含み、

前記選定ステップが、

前記第1の残差を閾値レベルと比較することと、

前記第1の残差が前記閾値レベルより少ない場合に、前記第1のモーションベクトルを前記好ましいモーションベクトルとして選定することと、

前記第1のモーションベクトルが前記閾値レベルと等しいか又はそれを超える場合に、前記第1の残差を前記第2の残差と比較し、前記好ましいモーションベクトルとして、最小の残差に関連付けられたモーションベクトルを選定することと、

を含み、

前記好ましいモーションベクトルは、予測符号化モードにおいて、前記符号化されるマイクロブロックを符号化するのに利用される、方法。

【請求項 2】

第 3 のモーションベクトル及び第 3 の残差を生成するために、前記アンカフレームに関して符号化される前記マクロブロックの前記モーションを、第 2 の色度コンポーネントを使用して推測するステップを更に含み、

前記選定ステップが、

前記第 1 の残差が前記閾値レベルと等しいか又はそれを超える場合に、前記第 3 の残差を前記第 1 の残差及び前記第 2 の残差と比較することと、

前記好ましいモーションベクトルとして、最小の残差に関連付けられたモーションベクトルを選定することと、

を更に含む、

請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

ブロック基準符号化システムにおいてモーションを推測するための装置であって、

アンカフレーム及び符号化されるマクロブロックに関連付けられた輝度情報を受取るように結合され、第 1 のモーションベクトル及び関連付けられた第 1 の残差を生成するための第 1 のモーション推測器と、

前記アンカフレームと、符号化される前記マクロブロックに関連付けられた第 1 の色度情報とを受取るように結合され、第 2 のモーションベクトル及び関連付けられた第 2 の残差を生成するための第 2 のモーション推測器と、

前記第 1 及び第 2 のモーション推測器へ結合され、第 1 のモーションベクトルと第 2 のモーションベクトルとから好ましいモーションベクトルを選定して、出力へ結合するための選定器と、

を備え、

前記好ましいモーションベクトルは、前記第 1 の残差が閾値レベルより少ない場合に前記第 1 のモーションベクトルであり、前記第 1 の残差が前記閾値レベル以上である場合に、前記第 1 及び第 2 のモーションベクトルのうち最小の残差に関連付けられたモーションベクトルである、

装置。

【請求項 4】

前記第 1 のモーションベクトルと、関連付けられた第 1 の残差のサンプリング密度とを表すレベルへ、前記第 2 のモーションベクトルと、関連付けられた第 2 の残差とをスケールリングするためのスケラを更に備える、

請求項 3 記載の装置。

【請求項 5】

符号化される前記マクロブロックと、前記アンカフレームに関連付けられた第 2 の色度情報とを受取るよう結合され、第 3 のモーションベクトルと、関連付けられた第 3 の残差とを生成するための第 3 のモーション推測器、を更に備え、

前記選定器は前記第 3 のモーション推測器へ更に結合され、

前記好ましいモーションベクトルは、前記第 1 の残差が前記閾値レベル以上である場合に、前記第 1、第 2、及び第 3 の残差のうち最小の残差に関連付けられたモーションベクトルである、

請求項 3 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、1997年9月26日出願の米国仮特許出願第60/060112号の利益を主張し、その全体を本明細書に援用する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

本発明は、動画像の符号化を最適化するための装置及びそれに伴う方法に関する。より詳細には、本発明は、MPEG類似のエンコーダにおいて、モーションを推測するために、輝度及び色度情報を適応して利用する方法と装置に関する。

発明の背景

動画専門家グループ(Moving Pictures Experts Group) (MPEG) は、符号化/復号化戦略のための標準を確立するために、ISO/IEC国際標準11172及び13818 (一般に、それぞれMPEG-1及びMPEG-2フォーマットと称される) を創り上げた。これらのMPEG標準は、MPEG準拠のビットストリームを生成するための一般的符号化の方法論とシンタックス(構文)を規定するが、デスクトップ・ビデオ・パブリッシング、テレビ会議システム、デジタル記録媒体、テレビジョン放送のような、複数の異なる用途やサービスに受け容れられるようにするために、多くのバリエーションが許容されている。関連するビデオ符号化標準は、「ITU-T勧告H.263草案、低ビットレート通信のためのビデオ符号化」(Draft ITU-T Recommendation H.263、Video Coding for Low Bitrate Communication) (1995年12月)であり、これは、国際電気通信連合(International Telecommunications Union)により公表された。上記標準はそれぞれ、全体を本明細書に援用する。

10

【 0 0 0 3 】

MPEG類似の符号化アルゴリズムは、圧縮される画像の推測を作り、圧縮される画像から、推測又は予測のピクセル値を減算することに依存する。推測が良好である場合、減算により、伝送されることになる残差は非常に少ないであろう。推測が、幾らかのピクセル、又は多くのピクセルに対してゼロに近くない場合、これらの差は、デコーダが画像を正しく再構築できるよう伝送される必要のある情報を表す。大きな予測差を引き起こす画像シーケンスの種類には、激しいモーション及び/又はシャープな細部が含まれる。

20

【 0 0 0 4 】

MPEG類似のビデオ符号化システムは、データ圧縮プロセスの一部としてモーション補償予測を使用する。従って、対象である現フレームにおけるマクロブロックは、前に伝送されたフレームでのマクロブロック化サイズの領域により予測される。モーション補償とは、基準フレームでのマクロブロック化サイズ領域の位置が局所モーション(local motion) に合せてオフセットされ得ることである。マクロブロックのオフセットはモーションベクトルとして知られている。

30

【 0 0 0 5 】

種々の標準は、エンコーダがどのようにしてモーションベクトルを決定すべきかを規定していない。従って、モーション推測とモーション補償のプロセスを実行させることがエンコーダ設計者の課題である。現在、モーション推測とモーション補償の実行は、入力ビデオ信号からの輝度情報を利用している。このことは、輝度(Y)信号が色差信号(UとV)より帯域巾が広いので、より正確な輪郭(edge)情報を含み、良好なモーション推測を行えるということから、多分に便宜上及び実用上の事柄である。モーション推測は、ビデオ圧縮エンコーダの最も演算処理集約的な(従って、コストのかかる)部分であるため、輝度信号の単独使用は、そのようなエンコーダでの従来のモーション推測方法となる。

40

【 0 0 0 6 】

残念なことに、輝度信号モーション推測と補償を実行する圧縮エンコーダは、深いブラック、又は高度に飽和したレッド及びブルーのような低輝度エネルギーの領域で、普通にはアーティファクト(人工物)を呈する。低輝度信号エネルギーのこれらの例において、輝度信号を使用して演算されるモーションベクトル情報が不正確になる傾向がある。この不正確性の影響は、末端ユーザのデコーダ及びディスプレイ装置へ伝播し、「虫食い(wormy)」画像のような視覚上のアーティファクト(visual artifacts)を生成する、これは非常に苛立たしいことであろう。

【 0 0 0 7 】

従って、より徹底したモーション推測演算を遂行することにより、上記アーティファクト

50

を排除する高品質な符号化を行う装置と方法に対するニーズが当該技術に存在する。

発明の概要

本発明は、MPEG類似の圧縮エンコーダにおいてモーション推測を最適化するように輝度と色度情報を適応して利用する方法及びそれに伴う装置である。本発明は、ビデオ信号内の輝度(Y)及び色差(U, V)コンポーネントを調べて、ビデオ信号内のモーションを表すのに好ましいコンポーネントを識別し、好ましいコンポーネントをデコーダ内のモーション符号化回路へ供給することにより、ビデオ信号のモーション関連圧縮符号化を最適化する。

【0008】

詳細には、本発明の一実施の形態は、ブロック基準符号化システム内でモーション推測を最適化するための方法であって、第1のモーションベクトルと第1の残差(residual)を生成するためにアンカフレームに関して符号化されるマクロブロックのモーションを輝度コンポーネントを使用して推測するステップと、第2のモーションベクトルと第2の残差を生成するためにアンカフレームに関して符号化されるマクロブロックのモーションを第1の色度コンポーネントを使用して推測するステップと、後続のモーション推測又はモーション符号化プロセスで使用するために好ましいモーションベクトルを選定するステップと、を含む。

10

【0009】

本発明の別の実施の形態は、ブロック基準符号化システムにおいてモーションを推測するための装置であって、符号化されるマクロブロックに関連付けられた輝度と色度情報を受取るよう結合され、重み付けされたマクロブロックコンポーネント信号を生成するための第1のコンポーネントウエイタ(重み付け器)と、アンカフレームに関連付けられた輝度と色度情報を受取るよう結合され、重み付けされたアンカフレームコンポーネント信号を生成するための第2のコンポーネントウエイタと、第1と第2のコンポーネントウエイタへ結合され、モーションベクトルと、関連付けられた残差とを生成するためのモーション推測器と、を備える。

20

【0010】

本発明の教示は、添付図面に関連させて詳細な以下説明を熟慮することにより容易に理解されることができる。

【0011】

理解を容易にするために、図で共通な同一構成要素を指示するために、可能な限り同一符号を使用した。

30

詳細な説明

本発明をMPEG準拠のエンコーダに沿って説明するが、当業者には分かるであろうが、本発明は他の符号化/復号化標準に準拠する他のエンコーダに適応することができる。

【0012】

図1は、本発明を取りこんだブロック基準符号化システム100(詳細には、MPEGエンコーダ)の高レベルブロック図を示す。ポート(出入口)102で、システムへの入力信号は、複数のブロックに仕切られた前処理画像であるとされ、ここで、ブロックは継続してシステムへ入力として供給される。MPEG標準では、これらのピクセルのブロックは、一般にマクロブロックとして知られ、例えば、4つの8x8の輝度ブロックと2つの共存する8x8の色度ブロックの集合から成る16x16のピクセルブロックである。以下の開示は、MPEG標準の用語を使用する。しかし、マクロブロックという用語は、モーション補償の基本として使用されるピクセルのブロックのどのようなサイズをも記述することを意図すると理解されたい。

40

【0013】

システム100は、入力信号のモーションベクトルと、格納され再構築されたアンカフレームとから、一連の予測マクロブロック(P)を演算する。送信された出力信号の受信機が受信した信号を復号化するであろうことと同じく、各予測マクロブロックは、実施例では、ポート104での出力信号を復号化することにより生成される。減算器106は、経

50

路107上で、入力マクロブロックから予測マクロブロックを減算することにより残差信号(この技術では、単に残差又は残差マクロブロックとも称する)を生成する。

【0014】

予測マクロブロックが入力マクロブロックに実質上類似である場合、残差は比較的小さく、非常に少ないビットを使用して容易に符号化される。そのようなシナリオでは、マクロブロックは、モーション補償されたマクロブロック、即ち、モーションベクトルと関連付けられた残差、として符号化されるであろう。しかし、予測マクロブロックと入力マクロブロックとの間の差が大きな場合、残差は符号化するのが困難である。従って、モーション補償された残差マクロブロックを符号化することより、入力マクロブロックを直接符号化することにより、システムはより効率的に動作する。この選択は、符号化モードの選択として知られる。入力マクロブロック(I)を符号化することは、イントラ(内)符号化(intra-coding)と称され、他方、残差を符号化することは、インタ(間)符号化(inter-coding)と称される。この2つのモード間の選択は、イントラ-インタ-決定(intra-inter-decision)(IID)として知られる。

10

【0015】

IIDは、IID回路110により作られ、それが符号化モードスイッチ108を設定する。IIDは、普通には、最初に残差マクロブロックの分散(variance)(Var R)及び入力マクロブロック(Var I)の分散を演算することにより演算される。符号化決定はこれらの値に基づく。この決定を行うのに使える幾つかの関数がある。例えば、最も簡単な関数を使用すると、Var RがVar Iより小さい場合、IIDはインタモードを選択する。逆に、Var IがVar Rより小さい場合、IIDはイントラモードを選択する。

20

【0016】

選択されたブロックは、離散コサイン変換(discrete cosine transform)(DCT)ブロック112で処理される。DCTは、DCTへの入力信号を代表する係数を生成する。量子化器(quantizer)114は、係数を量子化し、ポート104で出力ブロックを生成する。動的レートコントローラ(dynamic rate controller)116は、係数を量子化するのに使用する量子化スケール(ステップサイズ)を制御する。オプションとして、レートコントローラ116は、システムにより符号化されるDCT係数の数も制御する。

30

【0017】

動的レートコントローラ116の主たるタスクは、一定の出力ビットレートが伝送チャネルへ供給されるレートバッファの充満度合を管理することである。各画像及びシーケンス画像の内容に依存して、符号化レートが著しく変動しても、一定のビットレートを維持しなくてはならない。動的レートコントローラ116の別のタスクは、エンコーダにより生成されるビットストリームが、デコーダの入力バッファをオーバーフロー、又はアンダフローさせないことを保証することである。オーバーフローとアンダフローの制御は、エンコーダ内の仮想バッファを保守し監視することにより遂行される。この仮想バッファは、ビデオバッファ検証器(VBV video buffering verifier)として知られる。デコーダの入力バッファの適切なビット制御を保証するために、エンコーダのレート制御プロセスは、各ピクチャに対して、及びまた、各ピクチャを構成するピクセルの各マクロブロックに対して、ビット割当て(bit quota)(本明細書では、ビット予算(bit budget)とも称する)を確立する。それぞれのビット予算内にあるそれぞれのビット数を使用してブロック及び全体のピクチャを符号化することにより、VBVはオーバーフロー又はアンダフローしない。VBVはデコーダの入力バッファの動作をそのまま映すので、VBVがアンダフロー又はオーバーフローしない場合、デコーダの入力バッファはアンダフロー又はオーバーフローしないであろう。

40

【0018】

そのようなバッファ制御を遂行するために、レートコントローラは、現在のピクチャは、前のピクチャに幾らか似ているという、ビデオ符号化での普通の仮定をする。この仮定が正しい場合、ピクチャにおけるピクセルのブロックは、符号化技術によりモーション補償

50

され、一旦補償されれば符号化するのに非常に少ないビットしか必要としない。ピクチャを符号化するのに必要とする実際のビット数が、ピクチャに割当てられた目標ビット数に近い限り、即ち、実際に使用されるビット数が、そのピクチャに対するビット割当て以内である限り、この方法は非常に良く動作する。

【 0 0 1 9 】

動的レートコントローラの方法と装置は、1996年2月26日出願の米国特許出願第08/606,622号、「ブロック基準ビデオ符号化システムでの動的符号化レート制御 (DYNAMIC CODING RATE CONTROL IN A BLOCK-BASED VIDEO CODING SYSTEM)」、に開示されており、本明細書にその全体を援用する。上記の援用された出願で開示されたレート制御の方法と装置の特徴は、「シーンカット(場面終了)(scene-cuts)」を検出し、応答してレート制御プロセスを新規のシーン(場面)に関連付けられたマクロブロックをイントラ符号化することに変更する能力である。

10

【 0 0 2 0 】

残差を最も正確に演算するために、エンコーダは、復号化された画像へのアクセスを必要とする。そのようなアクセスを遂行するために、量子化器114の出力は、逆量子化器118、及び逆DCT120両者を通す。逆DCTの出力は、理想的にはDCT112への入力と同一である。インタモードでは、復号化されたマクロブロックは、逆DCTの出力と予測マクロブロックを加算することにより生成される。イントラモード中には、復号化されたマクロブロックは、単純に逆DCTの出力である。復号化されたマクロブロックは、次に、フレーム記憶装置124へ格納される。フレーム記憶装置は、画像情報の再構築されたフレーム全体を構成する複数のこれらの「再構築された」マクロブロックを蓄積する。モーションベクトル予測器126は、再構築されたフレームを、次に来る入力画像に対する予測マクロブロックを生成するために使用されるモーションベクトルのためのデータとして使用する。

20

【 0 0 2 1 】

モーションベクトルを生成するために、モーションベクトル予測器126は、3つの構成要素、つまり全ペルモーション推測器128、半ペル(half-pel)モーション推測器130、及びモーションモードブロック132を備える。全ペルモーション推測器128は、前の画像でのマクロブロックと現在の入力マクロブロックとの間の粗い一致を探る「粗」モーションベクトル生成器("coarse" motion vector generator)である。この粗い一致は、普通には、前画像と現在入力のマクロブロックの輝度情報コンポーネントに関して決定される。前の画像は、アンカ画像と称される。MPEG標準では、アンカ画像は、GOP(Group of Pictures)として知られる画像連続内でのI又はPフレームとして知られるものである。モーションベクトルは、2つのマクロブロック間に粗い一致が見出された場所の相対位置を表すベクトルである。粗モーションベクトル生成器128は、1つのピクチャ要素(pel)まで正確であるモーションベクトルを生成する。

30

【 0 0 2 2 】

全ペル(full-pel)モーション推測器128の正確さは、半ペルモーション推測器130において改善される。半ペルモーション推測器130は、全ペルモーションベクトル及びフレーム記憶装置124から再構築されたマクロブロックを使用してモーションベクトルを半ペル(half-pel)の正確さまで演算する。半ペルモーションベクトルは、次に、モーションモードブロック132へ送られる。フレームの種類(即ち、I、P、又は、B)に依存して、各マクロブロックに関して複数のモーションベクトルがあるかもしれない。I-フレーム又はイントラ符号化マクロブロックは予測を使用せず、P-フレーム又は前方予測マクロブロックは、それぞれ前方予測されたベクトルと残差に関連付けられ、他方、B-フレーム又は後方予測(backward predicted)マクロブロックは前方と後方の両方向予測されたモーションベクトルと残差に関連付けられた。モードブロック132は、各入力マクロブロックに対してモーションを表すための最良のモーションベクトルを選択する。

40

【 0 0 2 3 】

50

全ペルモーション推測は、半ペルモーション推測より演算集約的なタスクである。その上、全ペルモーション推測は、普通にはそれぞれのマクロブロックの1つのコンポーネント、つまり輝度コンポーネントだけを使用して演算される。典型的には、全ペル推測器128は、符号化されるマクロブロック内の単一コンポーネント、即ち、輝度コンポーネントを利用する。同様に、半ペルモーション推測器130は、符号化されるマクロブロックの半ペルモーション推測を遂行するのに、普通には、同じコンポーネント、即ち輝度コンポーネントを利用する。

【0024】

モーション推測とモーション補償の概念は、現在のピクチャが、先に発生したピクチャ(アンカ画像)からそれほど異なっていないという潜在的な仮定をベースにする。しかし、例えば、大きな場面(シーン)変更が起こる場合、アンカピクチャは、現在のピクチャから大きく異なる。従って、予測マクロブロックは非常に不正確であり、残差は大きい。そのような場合、ピクチャのほとんどの入力マクロブロックに対して、IIDは、残差を符号化する(インタモード)代わりに符号化するために入力マクロブロック(イントラモード)を選択する。

10

【0025】

マクロブロックを符号化するイントラモードは、普通には、マクロブロックのインタ符号化よりビット予算のより大きな部分を必要とするので、モーション推測回路又はソフトウェアは比較的少ない残差を有する正確に予測されたマクロブロックを提供することが望ましい。高品質エンコーダでは、例えば、ピクチャの一部分を選択的に強調するようビット予算を最適に利用することが重要である。例えば、好ましい色度情報、例えば、肌色の色度情報を含むマクロブロックへ符号化ビット配分を優先的に増加させるための方法は、本発明の同時出願である米国特許出願第09/001619号(弁護士登録番号12661)に記載されており、その全体を本明細書に援用する。

20

【0026】

本発明者が認識しているように、採用された予測の種類のために、一定種類のマクロブロックは、アンカピクチャから正確には予測されない。つまり、アンカピクチャと符号化されるマクロブロックの輝度「スペース」だけを利用する予測方法は、マクロブロック、アンカピクチャ、又はその両者の内容関連の特徴により裏切られるかもしれない。詳細には、輝度予測は、深いブラック、又は高度に飽和したレッド及びブルーのような、低輝度エネルギーを有するマクロブロック又はアンカピクチャ内容の場合には、信頼性が低いことが分かっている。従って、低輝度エネルギーの場合には、輝度信号だけを使用して演算されるモーションベクトル情報は不正確になる傾向がある。この不正確性は、末端ユーザのデコーダ及びディスプレイ装置へ伝播し、「虫食い」画像のような視覚上のアーティファクトを生成する、これは非常に苛立たしいことである。また、そのような不正確な輝度予測は、IIDに誤ったイントラモードの決定を作り出させるかもしれない、マクロブロックは、必要以上のビットを利用することによって、効率的ではない方法で符号化されるであろう。

30

【0027】

図2は、図1のブロック基準符号化システムでの使用に適した、本発明の実施の形態による、全ペルモーション推測器128を示す。詳細には、図2のモーション推測器128は、全ペル輝度モーション推測器128-1、全ペル第1色差モーション推測器128-2、全ペル第2色差モーション推測器128-3、第1乗算器128-4、第2乗算器128-5、及び最良モーションベクトル選定器128-6、を備える。

40

【0028】

輝度モーション推測器128-1は、入力マクロブロックストリーム102内のマクロブロックの輝度コンポーネントY、及び元のアンカフレームの輝度コンポーネントY'に回答して、出力信号YMを生成する。出力信号YMは、アンカフレームに対する入力マクロブロックの輝度「スペース」のモーションを示す輝度コンポーネントYモーション推測信号を含む。出力信号YMは、輝度コンポーネントYモーション推測の精度を示す誤差量Y

50

errorも含む。輝度コンポーネントモーション推測信号YMと誤差量Yerrorは、最良モーションベクトル選定器128-6の第1入力へ結合される。

【0029】

第1色差モーション推測器128-2は、入力マクロブロックストリーム102内のマクロブロックの第1色差コンポーネントU(又は C_R)、及び元のアンカフレームの第1色差コンポーネントU'にตอบสนองして、出力信号UMを生成する。出力信号UMは、アンカフレームに対する入力マクロブロックの第1色差「スペース」のモーションを示す第1色差コンポーネントUモーション推測信号を含む。出力信号UMは、第1色差コンポーネントUモーション推測の精度を示す誤差量Uerrorも含む。第1色差コンポーネントモーション推測信号UMと誤差量Uerrorは、第1乗算器128-4へ結合され、ここで、係数2で乗算される。即ち、モーションベクトルの垂直変位コンポーネントと水平変位コンポーネントは2で乗算される。バイナリ数を左へ1ビット、シフトすることは、その数に2を乗ずることであるから、2を乗ずる関数を実行するための回路は単純なシフトレジスタからなることでよいことに注目することは重要である。第1乗算器の出力は、最良モーションベクトル選定器128-6の第2入力へ結合される。

10

【0030】

第2色差モーション推測器128-3は、入力マクロブロックストリーム102内のマクロブロックの第2色差コンポーネントV(又は C_B)、及び元のアンカフレームの第2色差コンポーネントV'にตอบสนองして、出力信号VMを生成する。出力信号VMは、アンカフレームに対する入力マクロブロックの第2色差「スペース」のモーションを示す第2色差コンポーネントVモーション推測信号を含む。出力信号VMは、第2色差コンポーネントVモーション推測の精度を示す誤差量Verrorも含む。第2色差コンポーネントモーション推測信号VMと誤差量Verrorは、第2乗算器128-5へ結合され、ここで、係数2で乗算される。第2乗算器の出力は、最良モーションベクトル選定器128-6の第3入力へ結合される。

20

【0031】

全ペル輝度モーション推測器128-1は、全ペル第1色差モーション推測器128-2及び全ペル第2色差モーション推測器128-3の何れよりも複雑である可能性が高いことに注目することが重要である。これは、普通のMPEGビデオフォーマットは、色度情報より輝度情報をより多く利用するからである。例えば、良く知られた4:2:0ビデオフォーマットは、4つの輝度(Y)サンプルと2つの色度サンプル(UとVの各1つ)を利用する。従って、全ペル輝度モーション推測器128-1により処理される4:2:0ビデオデータの量は、第1及び第2色差モーション推測器128-2、128-3の何れかにより処理されるデータの量より4倍多い。より高い垂直色度解像度が望まれるアプリケーションでは、4:2:2ビデオフォーマットが普通には使用される。4:2:2フォーマットは、4つの輝度Yサンプルと4つの色度サンプル(UとVの各2つ)を利用する。従って、全ペル輝度モーション推測器128-1により処理される4:2:2フォーマットビデオデータの量は、第1及び第2色差モーション推測器128-2、128-3の何れかにより処理されるデータの量より2倍多い。4:2:2ビデオフォーマットを使用する場合には、モーションベクトルの垂直変位コンポーネントを2で乗算する必要はないので、第1と第2乗算器は、モーションベクトルの水平変位コンポーネントについてだけ作用する。

30

40

【0032】

第1色差モーション推測器128-2及び第2色差モーション推測器128-3は、実質的に同じ方法で動作する。その上、第1乗算器128-4及び第2乗算器128-5により使用される係数2の乗算は、4:2:0ビデオフォーマットデータが使用されていると想定する。処理されるマクロブロックのビデオフォーマットに依存して、他の乗算係数を使用することができる。

【0033】

最良モーションベクトル選定器128-6は、例えば、輝度YM、第1色差UM、及び第

50

2色差VM、モーション推測信号の各々に関連付けられた誤差量を利用して、どのモーション推測信号が、入力マクロブロックとアンカフレームとの間の相対モーションを最も正確に表すか（即ち、「最良」モーション推測）を決定する。最良モーション推測信号は、例えば、半ペルモーション推測器127による使用のためのモーションベクトル(MVs)として、全ペルモーション推測器128の出力へ結合される。加えて、全ペルモーション推測器128の出力は、「最良」種類として選定されたモーション推測の種類を示す選定印(indicium)(SELECTION DATA)を含む。選定印は、例えば、半ペルモーション推測器127により利用され、「最良」モーション推測コンポーネントを使用してモーション推測を更に洗練し、及び、モーションモードブロック132により利用され、モーションモード決定プロセスに参加する。

10

【0034】

本発明の一実施の形態では、選定器128-6内で既知の種類の決定論理が、3つのモーション推測信号YM、UM、及び、VMの誤差量部分Yerror、Uerror、及び、Verrorを比較するのに使用される。決定論理は、最低の誤差量を有するそのモーション推測信号(YM、UM、又はVM)を出力へ結合する（即ち、「最良」として選定する）。決定論理は、実施例では、選定プロセスの一部として、誤差の2乗平均量又は絶対最低誤差量を利用する。本発明の別の実施の形態では、輝度モーション推測信号YMが優先的に出力へ結合される。即ち、その信号に関連付けられた誤差量Yerrorが閾値レベルより低い限り、輝度モーション推測信号YMが出力へ結合される。閾値レベルは、予め定められる、選定可能である、又は例えば、ユーザの入力信号のオプション制御に

20

【0035】

図4は、図2のモーション推測器128での使用に適したモーションベクトル生成と選定プロセスのフロー図を示す。詳細には、モーションベクトル生成と選定ルーチン400は、輝度(YM)、第1色度(UM)、及び第2色度(VM)全ペルモーション推測値の何れが、実施例として図1の半ペルモーションベクトル予測器130及びモーションモードブロック132により表されたような、その後の処理ステップ又は回路で使用するのに「最良」モーション推測値であるかを識別するのに使用される。輝度(YM)、第1色度(UM)、及び第2色度(VM)全ペルモーション推測値の各々は、マクロブロック全体に対して誤差(即ち、残差)を演算するのに使用される。以下の検討では、予測器として輝度(YM)モーション推測値を使用して演算する場合、用語Yerrorはマクロブロック全体の誤差を言う。同様に、予測器としてそれぞれ第1色度(UM)及び第2色度(VM)モーション推測値を使用して演算する場合、用語Uerror及びVerrorはマクロブロック全体の誤差を言う。

30

【0036】

ルーチン400は、マクロブロックの輝度及び色度情報Y、U、Vが全ペルモーション推測ユニット128へ入力される場合、ステップ405で起動される。ルーチン400はステップ410へ進み、ここで、輝度スペース(Y)、第1色度スペース(U)、及び第2色度スペース(V)に関連付けられた全ペルモーションベクトル、及びモーションベクトル誤差が推測される。次に、ルーチン400はステップ415へ進み、第1及び第2色度スペースモーションベクトル(UM、VM)とモーションベクトル誤差(Uerror、Verror)は、輝度と色度のサンプル密度差を補償するようスケールされる。4:2:0のビデオフォーマットの場合では、スケールファクタは2である。次に、ルーチンはステップ4:2:0へ進み、ここで、最良MV選定器ユニットの動作モードについての質問がなされる。ステップ4:2:0での質問への解答が動作の「輝度閾値(Luminance Threshold)」モードである場合、ルーチン400はステップ425へ進み、ここで、推測輝度スペースモーションベクトル誤差(Yerror)に関連付けられた誤差が閾値レベルと比較される。ステップ425での比較が、推測輝度スペースモーションベクトル誤差(Yerror)は閾値レベルより小さいことを示す場合、次に、ルーチンはステップ430へ進み、ここで、推測輝度スペースモーションベクトル(YM)が、最良モ-

40

50

ションベクトルとして選定される。

【0037】

ステップ4:2:0での質問が、動作の「低誤差」モードが利用されることになることを示す場合、又は、ステップ425での比較が、推測輝度スペースモーションベクトル誤差 (Y e r r o r) は閾値レベルと等しいか又は超えることを示す場合、ルーチン400はステップ435へ進む。ステップ435で、推測輝度スペースモーションベクトル誤差 (Y e r r o r) が推測第1色度スペースモーションベクトル誤差 (U e r r o r) と比較される。 Y e r r o r が U e r r o r より大きい場合、ルーチン400はステップ445へ進む。 Y e r r o r が U e r r o r より小さい場合、ルーチン400はステップ440へ進む。

10

【0038】

ステップ440で、推測輝度スペースモーションベクトル誤差 (Y e r r o r) が推測第2色度スペースモーションベクトル誤差 (V e r r o r) と比較される。 Y e r r o r が V e r r o r より大きい場合、ルーチン400はステップ445へ進む。 Y e r r o r が V e r r o r より小さい場合、ルーチン400はステップ430へ進み、ここで、推測輝度スペースモーションベクトル (Y M) が、最良モーションベクトルとして選定される。最良モーションベクトルを選定した後に、ルーチン400はステップ460へ進み、ここで、終了される。

【0039】

ステップ445で、推測第1色度スペースモーションベクトル誤差 (U e r r o r) が推測第2色度スペースモーションベクトル誤差 (V e r r o r) と比較される。 U e r r o r が V e r r o r より大きい場合、ルーチン400はステップ450へ進み、ここで、推測第2色度スペースモーションベクトル (V M) が、最良モーションベクトルとして選定される。 U e r r o r が V e r r o r より小さい場合、ルーチン400はステップ455へ進み、ここで、推測第1色度スペースモーションベクトル (U M) が、最良モーションベクトルとして選定される。最良モーションベクトルを選定した後に、ルーチン400はステップ460へ進み、ここで、終了される。

20

【0040】

図3は、図1のブロック基準符号化システムでの使用に適した、本発明の実施の形態による、全ペルモーション推測モジュールの実施例128を示す。詳細には、図3のモーション推測モジュール128は、第1のコンポーネントウエイタ128-7、第2のコンポーネントウエイタ128-8及びモーション推測器128-9を備える。

30

【0041】

第1のコンポーネントウエイタ128-7は、入力マクロブロックストリーム102内のマクロブロックの輝度 Y 及び色差 U、V コンポーネントを受取る。応答して、第1のコンポーネントウエイタ128-7は、各コンポーネント Y、U 及び V へ重み付け、又はスケールリングファクタを適用し、画像 - 代理 (image-representative) 出力信号 YUV_1 を生成する。出力信号 YUV_1 は、真の輝度又は色度信号ではなく、むしろ、出力信号 YUV_1 は、入力マクロブロックの輝度及び色度コンポーネントを使用して生成された画像情報コンポーネントを含む画像代理信号である。

40

【0042】

第2のコンポーネントウエイタ128-8は、元のアンカブロックの輝度 Y' 及び色差 U'、V' コンポーネントを受取る。応答して、第2のコンポーネントウエイタ128-8は、各コンポーネント Y'、U' 及び V' へ重み付け、又はスケールリングファクタを適用し、画像 - 代理出力信号 YUV_2 を生成する。 YUV_2 出力信号は、第1のコンポーネントウエイタ128-8の YUV_1 出力信号のような画像代理信号から成る。その上、第2のコンポーネントウエイタ128-8により利用される重み付け係数は、第1のコンポーネントウエイタ128-7により利用されるものと同一である。

【0043】

第1及び第2のコンポーネントウエイタ128-7及び128-8のそれぞれの画像代理

50

出力信号 YUV_1 及び YUV_2 は、モーション推測器128-9のそれぞれの入力へ結合される。モーション推測器128-9は、全ペルモーション推測機能を実質的に標準の方法で遂行し、例えば、半ペルモーション推測器127による使用のために全ペルモーションベクトル(MVs)を生成する。加えて、全ペルモーション推測器128の出力信号は、「最良」種類として選定されたモーション推測の種類を示す選定印(SELECTION DATA)を含む。選定印は、例えば、モーション推測を更に洗練するよう半ペルモーション推測器127及び、モーションモード決定プロセスに参加するようモーションモードブロック132により利用されることができる。

【0044】

本発明の別の実施の形態では、コンポーネントウエイタ128-7と128-8は、モーション推測器128-9での使用のためにそれぞれの「プリンシプルコンポーネント(principle components)」タイプの信号を生成する。プリンシプルコンポーネント信号は、通常、マルチスペクトル画像源から単一の複合出力画像を生成するのに使用される。プリンシプルコンポーネント信号を形成するのに使用できる様々な方法があるが、真正直な方法は、最高値(又は最適値に最も近い値)を有する入力画像のピクセルから出力画像の各ピクセルを選定するステップを含む。バイポーラ(+と-)であるU及びV色差信号の場合には、ピクセル選定の前に絶対値変換(absolute value transformation)が適用される。マクロブロック関連プリンシプルコンポーネント信号 YUV_1 及びアンカフレーム関連プリンシプルコンポーネント信号 YUV_2 は、上記で説明したのと実質的に同一の方法でモーション推測器128-9により処理され、例えば、半ペルモーション推測器127による使用のために全ペルモーションベクトル(MVs)を生成する。

【0045】

有利なことに、上記で説明した「プリンシプルコンポーネント」アプローチは、単純な輝度だけのモーション推測回路以上のモーション推測ハードウェアを必要としない。その上、プリンシプルコンポーネント信号を形成するのに必要なハードウェア(即ち、コンポーネントウエイタ128-7と128-8)は、図2のモーション推測回路の複雑さに比較して最少である。即ち、図3のコンポーネントウエイタ128-7と128-8を実施するのに必要な回路の複雑さは、図2に示す第1と第2色差モーション推測器128-2と128-3を実施するのに必要な回路の複雑さより少ない。

【0046】

本発明のなお別の実施の形態では、コンポーネントウエイタ128-7と128-8、及びモーション推測器128-9は、レッドR、ブルーB、及びグリーンGの一次色信号上で動作する。しかし、この実施の形態は、上記で説明したモーション推測の実施の形態で必要とされるより、より複雑なモーション推測器を必要とする。

【0047】

上記で説明した本発明の実施の形態は、低輝度エネルギーの場合においてさえ、高品質の圧縮符号化を有利に提供する。色度スペース及び輝度スペース両方でモーション推測を遂行し、最良モーション推測を選定することにより、本発明は、圧縮符号化プロセスの最適化を提供する。加えて、上記で説明した実施の形態は、良く知られた4:2:2及び4:4:4ビデオフォーマットのような異なるビデオフォーマットに容易に適応することができる。

【0048】

本発明の教示を採用する種々の実施の形態を本明細書中に詳細に図示し説明したが、当業者は、これらの教示を依然採用する多くの他の様々な実施の形態を容易に工夫することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明を取りこんだブロック基準符号化システム(詳細には、MPEGエンコーダ)の高レベルのブロック図である。

【図2】 図2は、図1のブロック基準符号化システムでの使用に適した、本発明の実施の形態による全ペル(full-pel)モーション推測器を示した図である。

10

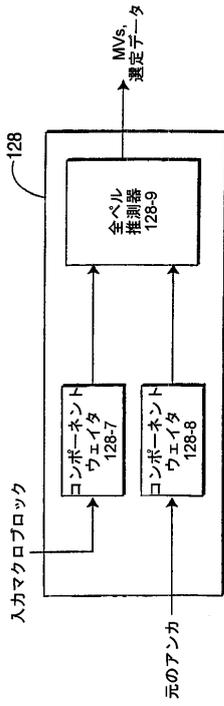
20

30

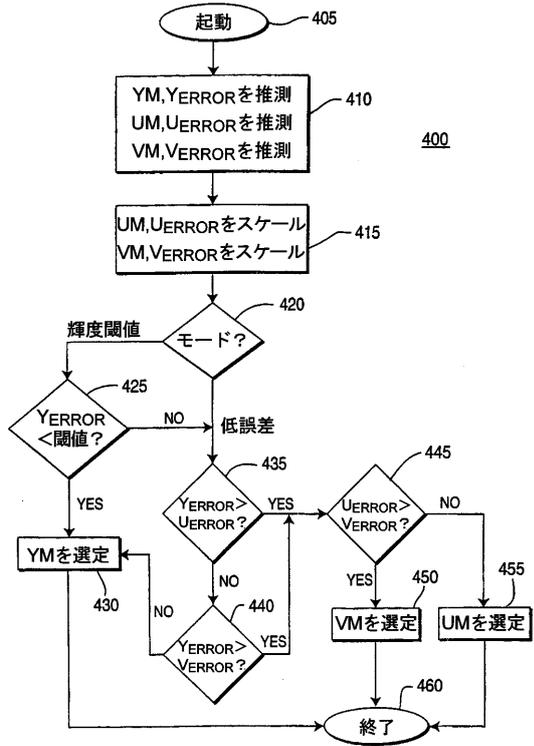
40

50

【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 ライトマイヤー, グレン, エー.
アメリカ合衆国, ペンシルヴァニア州, ヤードレイ, シナバー レーン 193

審査官 國分 直樹

(56)参考文献 特開平05-219529(JP,A)
特開平04-040193(JP,A)
特開平7-336726(JP,A)
特開平5-292489(JP,A)
特開平5-7371(JP,A)
特開平5-7372(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N7/24-7/68
H04N11/04