

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4494789号
(P4494789)

(45) 発行日 平成22年6月30日(2010.6.30)

(24) 登録日 平成22年4月16日(2010.4.16)

(51) Int.Cl.

F I

H04N 7/32 (2006.01)

H04N 7/137

Z

請求項の数 32 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2003-559135 (P2003-559135)	(73) 特許権者	398012616
(86) (22) 出願日	平成15年1月14日 (2003.1.14)		ノキア コーポレイション
(65) 公表番号	特表2005-514872 (P2005-514872A)		フィンランド エフイーエンーO2150
(43) 公表日	平成17年5月19日 (2005.5.19)		エスプー ケイララーデンティエ 4
(86) 国際出願番号	PCT/IB2003/000061	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開番号	W02003/058945		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開日	平成15年7月17日 (2003.7.17)	(74) 代理人	100092624
審査請求日	平成17年12月21日 (2005.12.21)		弁理士 鶴田 準一
(31) 優先権主張番号	60/348,811	(74) 代理人	100102819
(32) 優先日	平成14年1月14日 (2002.1.14)		弁理士 島田 哲郎
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100108383
			弁理士 下道 晶久
		(74) 代理人	100082898
			弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動的フィルタのコーディング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ビデオシーケンス内の画像を符号化する方法であって、
 参照フレーム内のサブピクセル値を、複数の係数値を有する補間フィルタで再構成するステップと、
 前記の再構成サブピクセル値によって、符号化する画像ブロックの予測を行うステップと、
 前記補間フィルタの係数値とベースフィルタの係数値との差を符号化して差分値集合を形成するステップであって、前記ベースフィルタの係数値の少なくとも1つは非零値とするステップと、
 符号化ビデオデータに前記差分値集合を多重化するステップと、
 を有する方法。

【請求項 2】

前記画像を複数の画像ブロックに分割し、各画像ブロックを符号化する際に前記補間フィルタの係数値を決定する請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ベースフィルタの係数値は、所定の係数値を有する請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記補間フィルタは対称とし、該補間フィルタの係数値と前記ベースフィルタの係数値との差分値の半数だけを符号化することができる請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

ビデオシーケンス内の画像を符号化する装置であって、
参照フレーム内のサブピクセル値を再構成する補間フィルタを規定する手段であって、
該補間フィルタは複数の係数値を有する手段と、
前記の再構成サブピクセル値によって、符号化する画像ブロックの予測を行う手段と、
前記補間フィルタの係数値とベースフィルタの係数値との差を計算して差分値集合を供給する手段であって、前記ベースフィルタの係数値の少なくとも1つは非零値とする手段と、
符号化ビデオデータに前記差分値集合を多重化する手段と、
を備える装置。

10

【請求項 6】

前記符号化ビデオデータに前記差分値集合を多重化する前に、前記差分値集合をエントロピ符号化する方法を更に備える請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

前記補間フィルタは対称とし、前記エントロピ符号化手段は前記差分値集合の半数だけを符号化している請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

符号化ビデオデータを復号する方法であって、
前記符号化ビデオデータから差分値集合を取得するステップであって、前記差分値集合は補間フィルタの係数値とベースフィルタの係数値との差を示し、前記ベースフィルタの係数値の少なくとも1つは非零値とする取得ステップと、
前記差分値集合を前記ベースフィルタの係数値に加算して前記補間フィルタを構成するステップと、
前記補間フィルタ及び前記符号化ビデオデータによって参照フレーム内の前記サブピクセル値を再構成するステップと、
前記の再構成サブピクセル値によって、復号する画像ブロックの予測を行うステップと、
を有する方法。

20

【請求項 9】

前記ベースフィルタは複数のベースフィルタ係数値によって表される複数のベースフィルタ係数を有し、前記方法は更に、
前記差分値集合と前記ベースフィルタ係数値とを加算して前記補間フィルタを構成するステップ
を有する請求項 8 に記載の方法。

30

【請求項 10】

前記差分値集合は、復号によって前記符号化ビデオデータから取得する請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

符号化ビデオデータを復号する装置であって、
前記符号化ビデオデータから差分値集合を取得する手段であって、前記差分値集合は補間フィルタの係数値とベースフィルタの係数値との差を示し、前記ベースフィルタの係数値の少なくとも1つは非零値とする手段と、
前記差分値集合を前記ベースフィルタの係数値に加算して前記補間フィルタを構成する手段と、
前記補間フィルタ及び前記符号化ビデオデータによって参照フレーム内の前記サブピクセル値を再構成する手段と、
前記の再構成サブピクセル値によって、復号する画像ブロックの予測を行う手段と、
を備える装置。

40

【請求項 12】

前記ベースフィルタはベースフィルタ係数値によって表される複数のベースフィルタ係

50

数を有し、前記装置は更に、

前記差分値集合を前記ベースフィルタ係数値に加算して前記補間フィルタを構成する手段

を備える請求項 1 1 に記載の装置。

【請求項 1 3】

前記符号化ビデオデータから前記差分値集合を復号する手段を更に備える請求項 1 1 に記載の装置。

【請求項 1 4】

ビデオシーケンス内の画像を符号化するエンコーダであって、参照フレーム内のサブピクセル値を再構成する補間フィルタを規定するように構成し、該補間フィルタは複数の係数値を有するエンコーダと、

前記符号化ビデオデータを復号するデコーダと、
を備えるビデオ符号化システムであって、

前記エンコーダは更に、

前記補間フィルタの係数値とベースフィルタの係数値との差を計算して差分値集合を供給する計算モジュールであって、前記ベースフィルタの係数値の少なくとも 1 つは非零値とする計算モジュールと、

前記符号化ビデオデータに前記差分値集合を多重化するマルチプレクスモジュールと、
を備え、

前記デコーダは、

前記符号化ビデオデータから前記差分値集合を取得するデマルチプレクスモジュールと

、
前記差分値集合を前記ベースフィルタの係数値に加算して前記補間フィルタを構成する計算モジュールと、

前記補間フィルタ及び前記符号化ビデオデータによって参照フレーム内のサブピクセル値を再構成する補間モジュールと、

前記の再構成サブピクセル値によって、復号する画像ブロックの予測を行う予測モジュールと、

を備えるシステム。

【請求項 1 5】

ビデオシーケンス内の画像を符号化するビデオ符号化装置であって、参照フレーム内のサブピクセル値を再構成する補間フィルタを規定するように構成し、該補間フィルタは複数の係数値を有し、

前記の再構成サブピクセル値によって符号化する画像ブロックの予測を行う予測モジュールと、

前記補間フィルタの係数値とベースフィルタの係数値との差を計算して差分値集合を供給する計算モジュールであって、前記ベースフィルタの係数値の少なくとも 1 つは非零値とする計算モジュールと、

符号化ビデオデータに前記差分値集合を多重化するように構成したマルチプレクスモジュールと、

を備える装置。

【請求項 1 6】

前記符号化ビデオデータに前記差分値集合を多重化する前に、前記差分値集合をエントロピ符号化する符号化モジュールを更に備える請求項 1 5 に記載の装置。

【請求項 1 7】

符号化ビデオデータを復号する装置であって、

前記符号化ビデオデータから前記差分値集合を取得するように構成したデマルチプレクスモジュールと、

ベースフィルタ及び前記差分値集合によって補間フィルタを構成するフィルタ構成モジュールであって、前記ベースフィルタは複数の係数値を有し、係数値の少なくとも 1 つは

10

20

30

40

50

非零値とし、前記補間フィルタは前記差分値集合を前記ベースフィルタの係数値に加算することによって構成するモジュールと、

前記補間フィルタ及び前記符号化ビデオデータによって参照フレーム内のサブピクセル値を再構成する補間モジュールと、

前記の再構成サブピクセル値によって、復号する画像ブロックの予測を行う予測モジュールと、

を備える装置。

【請求項 18】

前記ベースフィルタはベースフィルタ係数値によって表される複数のベースフィルタ係数を有し、前記装置は更に、

前記差分値集合と前記ベースフィルタ係数値とを加算して前記補間フィルタを構成する加算手段

を備える請求項 17 に記載の装置。

【請求項 19】

実行させたとき計算手段にビデオシーケンス内の画像を符号化する方法を実行させるプログラムコードを有する計算機プログラムを記憶させた計算機可読記憶媒体であって、前記方法は、

複数の係数値を有する補間フィルタによって参照フレーム内のサブピクセル値を再構成するステップと、

前記の再構成サブピクセル値によって符号化する画像ブロックの予測を行うステップと

前記補間フィルタの係数値とベースフィルタの係数値との差を計算して差分値集合を供給するステップであって、前記ベースフィルタの係数値の少なくとも 1 つは非零値とするステップと、

符号化ビデオデータに前記差分値集合を多重化するステップと、
を有する計算機可読記憶媒体。

【請求項 20】

前記方法は更に、

前記符号化ビデオデータに前記差分値集合を多重化する前に、前記差分値集合をエントロピ符号化するステップ

を有する請求項 19 に記載の計算機可読記憶媒体。

【請求項 21】

実行したとき計算手段に符号化ビデオデータを復号する方法を実行させるプログラムコードを有する計算機プログラムを記憶させた計算機可読記憶媒体であって、前記方法は、

前記符号化ビデオデータから差分値集合を取得するステップと、

前記差分値集合をベースフィルタ係数値に加算して補間フィルタを再構成するステップであって、前記ベースフィルタの係数値の少なくとも 1 つは非零値とするステップと、

前記の再構成補間フィルタ及び前記符号化ビデオデータによって参照フレーム内のサブピクセル値を再構成するステップと、

前記の再構成サブピクセル値によって復号する画像ブロックの予測を行うステップと、
を有する計算機可読記憶媒体。

【請求項 22】

前記方法は更に、

前記差分値集合を復号するステップ

を有する請求項 21 に記載の計算機可読記憶媒体。

【請求項 23】

前記ビデオシーケンス内の各画像を符号化する際に、前記補間フィルタの係数値を決定するステップ

を更に有する請求項 1 に記載の方法。

【請求項 24】

前記ビデオシーケンス内の各画像を符号化する際に、前記補間フィルタの係数値を決定する請求項 1 5 に記載の装置。

【請求項 2 5】

前記画像を複数の画像ブロックに分割し、各画像ブロックを符号化する際に前記補間フィルタの係数値を決定する請求項 1 5 に記載の装置。

【請求項 2 6】

前記ベースフィルタの係数値は、前記ビデオシーケンス内の各画像を符号化する際に用いる所定の係数値を有する請求項 1 5 に記載の装置。

【請求項 2 7】

前記ベースフィルタの係数値は、前記符号化ビデオデータを復号する際に用いる所定の係数値を有する請求項 8 に記載の方法。

【請求項 2 8】

前記符号化ビデオデータ内の各画像を復号する際に、前記補間フィルタの係数値を再構成するステップを更に有する請求項 8 に記載の方法。

【請求項 2 9】

前記符号化ビデオデータ内の画像をブロック単位に復号し、前記補間フィルタの係数値は各画像ブロックの復号時に再構成する請求項 8 に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記ベースフィルタの係数値は、前記符号化ビデオデータを復号する際に用いる所定の係数値を有する請求項 1 7 に記載の装置。

【請求項 3 1】

前記符号化ビデオデータ内の各画像を復号する際に、前記補間フィルタの係数値を再構成する請求項 1 7 に記載の装置。

【請求項 3 2】

前記符号化ビデオデータ内の画像をブロック単位に復号し、前記補間フィルタの係数値は各画像ブロックの復号時に再構成する請求項 1 7 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本出願は、米国仮特許出願第 6 0 / 3 4 8 , 8 1 1 号明細書 (2 0 0 2 年 1 月 1 4 日出願) に基づいており、この仮出願の特典を主張する。

【0 0 0 2】

本発明はビデオ・コーディングにおける動き補償に関する。より具体的には、本発明は、動き補償ビデオ・エンコーダおよびデコーダにおける画像ピクセル値の再構成に用いられる補間フィルタの係数のコーディング方法に関する。また本発明は、本発明の方法を実施する対応するビデオ・エンコーダ、ビデオ・デコーダ、およびビデオ送信システムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

現在、様々なビデオ・コーディング標準が存在している。これらには、国際電気通信連合電気通信標準化部門 (I T U - T) 勧告 H . 2 6 3、および国際標準化機構 (I S O) 動画符号化専門グループ (M P E G) 標準 M P E G - 1、M P E G - 2、および M P E G - 4 などがある。これらのビデオ・コーディング標準は、動き補償予測および予測エラー・コーディングを用いることを基礎としている。動き補償予測は、ビデオ・シーケンス内の連続フレームを分析およびコーディングすること、ならびに動き情報を用いて画像ブロックを再構成することによって行なわれる。画像ブロックの再構成は、画像 (ピクセル) 値を、必要なピクセルおよびサブ・ピクセルの位置用に生成することができる動き補間フィルタを用いて作り上げられる。動き補償予測と補間フィルタを用いる画像再構成との基本原理を、以下の段落で、より詳細に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

デジタル・ビデオ・シーケンスは、普通のフィルム上に記録される動画と同様に、静止画像（「フレーム」と言われることが多い）のシーケンスを含んでいる。フレームを次々と比較的速い速度で、通常は15～30フレーム/秒で表示することによって、動きの錯覚が形成される。フレーム速度が比較的速いために、連続フレームの画像コンテンツは、かなり類似する傾向がある。そのため連続フレームは、かなりの量の冗長な情報を含んでいる。

【 0 0 0 5 】

デジタル・ビデオ・シーケンスの各フレームは、画像ピクセルのアレイを含んでいる。一般的に使用されるデジタル・ビデオ形式（クォーター一般交換形式（Q C I F）として知られる）では、フレームは176×144ピクセルのアレイを含んでおり、すなわち各フレームは25,344ピクセルを有している。フレームの各ピクセルは、ある数のビットによって表わされる。これは、ピクセルに対応する画像の領域の輝度および/またはカラー・コンテンツ（クロミナンス）に関する情報を伝える。一般には、いわゆるY U Vカラー・モデルを用いて、画像の輝度およびクロミナンス・コンテンツを表わす。輝度またはY成分は画像の強度（明るさ）を表わし、一方で画像のカラー・コンテンツは、UおよびVと名付けられる2つのクロミナンス成分によって表わされる。

【 0 0 0 6 】

画像コンテンツの輝度/クロミナンス表示に基づくカラー・モデルの場合、原色（赤、緑、および青、R G B）を含む表示に基づくカラー・モデルと比べて、ある程度の利点が見られる。人間の視覚システムはカラー変化よりも強度変化に対して敏感であるので、Y U Vカラー・モデルでは、クロミナンス成分（U、V）に対して用いる空間分解能を、輝度成分（Y）に対する分解能よりも低くすることによって、この特性を利用している。このようにして、画像内のカラー情報のコーディングに必要な情報量を、画像品質の劣化を軽微に留めて、減らすことができる。

【 0 0 0 7 】

クロミナンス成分の空間分解能を低くすることは通常、空間的なサブ・サンプリングによって実現される。通常、16×16の画像ピクセルのブロックを、輝度情報を表わす16×16値の1ブロックによってコーディングし、2つのクロミナンス成分をそれぞれ、16×16アレイの輝度値の画像面積に等しい画像面積を表わす8×8値の1つのブロックによって表わす。このようにしてクロミナンス成分を、水平および垂直方向に2倍、空間的にサブ・サンプリングする。結果として生じる1つの16×16輝度ブロックと2つの8×8クロミナンス・ブロックとのアセンブリは普通、Y U Vマクロブロック、または略してマクロブロックと言われる。

【 0 0 0 8 】

Q C I F 画像には11×9のマクロブロックが含まれている。輝度ブロックとクロミナンス・ブロックとを、8ビット分解能を用いて表わした場合（数で0～255の範囲にある）、マクロブロックごとに必要となるビット総数は、 $(16 \times 16 \times 8) + 2 \times (8 \times 8 \times 8) = 3072$ ビットとなる。したがってQ C I F形式のビデオ・フレームを、成分あたり8ビット数分解能を用いて表わすのに必要なビット数は、 $99 \times 3072 = 304,128$ ビットとなる。したがって、一連のこのようなQ C I F形式フレームを含むビデオ・シーケンスを30フレーム/秒の速度で送信、記録、または表示するのに必要なデータ量は、9 M b p s（100万ビット/秒）よりも多くなる。このようなデータ速度は、ビデオ記録、送信、および表示用途で使用するには実際的ではない。と言うのは、非常に大きな記憶容量、送信チャネル容量、およびハードウェア性能が要求されるからである。このために、ビデオ・コーディング標準、たとえば前述したようなものが、許容範囲の画像品質を保持する一方でビデオ・データを表現および送信するのに必要な情報量を減らすために開発されている。

【 0 0 0 9 】

前述した各ビデオ・コーディング標準は、特性の異なるビデオ記録または送信システム

10

20

30

40

50

での適用に適応するように作られている。たとえば I S O M P E G - 1 標準は、利用可能なデータ・バンド幅が最大で約 1 . 5 M ビット / 秒の状況で使用するに対して具体的にデザインされている。M P E G - 2 ビデオ・コーディング標準は主に、デジタル記憶媒体およびビデオ放送または通信（利用可能なデータ・バンド幅が最大で約 1 0 M ビット / 秒）に対して適用できる。I T U - T 勧告 H . 2 6 3 は、利用可能なバンド幅が一般にはるかに低いシステムでの使用が意図されている。I T U - T 勧告 H . 2 6 3 は、ビデオ・データをリアル・タイムで固定回線ネットワーク上、たとえば I S D N（総合デジタル通信網）または従来の P S T N（公衆交換電話網）（利用可能なデータ送信バンド幅が通常 6 4 k ビット / 秒のオーダである）上で、送信する状況での使用に特に適している。送信が少なくとも部分的に無線通信リンク上で行なわれる携帯テレビ電話では、利用可能なバンド幅は 2 0 k ビット / 秒と小さい可能性がある。

10

【 0 0 1 0 】

現在存在する種々のビデオ・コーディング標準は、種々の状況での使用に適応するように作られているが、送信すべき情報量を減らすためにそれらが用いるメカニズムは、多くの共通する特徴を有している。特にそれらはすべて、送信すべきビデオ・シーケンスにおいて冗長で知覚的に関連のない情報量を減らすように作用する。ビデオ・シーケンスには基本的に 3 つのタイプの冗長性が存在する。すなわち空間的冗長性、時間的冗長性、およびスペクトル冗長性である。空間的冗長性は、シーケンスの個々のフレーム内の隣接するピクセル間の相関性を記述するために用いられる用語である。時間的な冗長性は、シーケンスの 1 つのフレーム内に現れる物体が、その後のフレームに現れる可能性があるという事実を表わす。スペクトル冗長性は、同じ画像の異なるカラー成分間の相関性を指す。

20

【 0 0 1 1 】

通常、所定の画像シーケンスにおいて種々の形態の冗長性を単に減らすだけでは、十分に効率的な圧縮を実現することはできない。そのため現在のビデオ・エンコーダのほとんどは、自覚される範囲で最も重要性が低いビデオ・シーケンス部分の品質も落としている。加えて、圧縮ビデオ・ビット・ストリームの冗長性それ自体は、効率的な低損失エンコーディングによって低減される。通常、これはエントロピ・コーディングを用いて実現される。

【 0 0 1 2 】

動き補償予測は、時間的な冗長性が低減される形式であり、ビデオ・シーケンスにおけるいくつか（しばしば多くの）フレームのコンテンツを、フレーム間の画像の物体または領域の動きを追跡することによって、シーケンスの他のフレームから「予測する」。動き補償予測を用いて圧縮されるフレームは通常、インター・コーデッドまたは P フレームと言われ、動き補償予測を用いないで圧縮されるフレームは、イントラ・コーデッドまたは I フレームと言われる。予測される（動き補償される、インター・コーデッドな）画像が、十分な品質の画像コントラストを表わすほどに十分に正確であることはめったにない。そのため、空間的に圧縮される予測エラー（P E）フレームも、各インター・フレームに付随する。多くのビデオ圧縮方式は、双方向性の予測フレームを用いることもでき、これは一般に B ピクチャまたは B フレームと言われる。B ピクチャは、基準ピクチャ、すなわち参照ピクチャまたはいわゆる「アンカ」ピクチャ対（I または P フレーム）の間に挿入され、アンカ・ピクチャのいずれか一方または両方から予測される。

30

40

【 0 0 1 3 】

添付図面の図 3 に、通常の圧縮ビデオ・シーケンス内で生じる種々のタイプのフレームを例示する。図から分かるように、シーケンスは、イントラまたは I フレーム 3 0 から始まる。図 3 では、矢印 3 3 によって、P フレーム 3 4 が形成される「前方」予測プロセスを示す。B フレーム 3 6 が形成される双方向性予測プロセスを、矢印 3 1 a および 3 1 b によって、それぞれ示す。

【 0 0 1 4 】

図 1 および図 2 に、動き補償予測を用いる一般的なビデオ・コーディング・システムの概略的なダイアグラムを示す。図 1 では、動き補償予測を用いるエンコーダ 1 0 を例示す

50

る。図 2 では、対応するデコーダ 20 を例示する。図 1 に示すエンコーダ 10 は、動き領域推定ブロック 11、動き領域コーディング・ブロック 12、動き補償予測ブロック 13、予測エラー・コーディング・ブロック 14、予測エラー・デコーディング・ブロック 15、多重化ブロック 16、フレーム・メモリ 17、および加算器 19 を備える。デコーダ 20 は、動き補償予測ブロック 21、予測エラー・デコーディング・ブロック 22、逆多重化ブロック 23、およびフレーム・メモリ 24 を備える。

【0015】

動き補償予測を用いるビデオ・コードの動作原理は、予測エラー・フレーム $E_n(x, y)$ 内の情報量を最小限にすることである。予測エラー・フレーム $E_n(x, y)$ は、コーディングされている現在のフレーム $I_n(x, y)$ と予測フレーム $P_n(x, y)$ との間の差分である。したがって予測エラー・フレームは次のように規定される。

【0016】

【数 1】

$$E_n(x, y) = I_n(x, y) - P_n(x, y) \quad (1)$$

【0017】

予測フレーム $P_n(x, y)$ は、基準フレーム $R_n(x, y)$ のピクセル値を用いて作られる。基準フレーム $R_n(x, y)$ は一般的に、すでにコーディングされて送信されたフレームの 1 つ（たとえば現在のフレームの直前のフレーム）であり、またエンコーダ 10 のフレーム・メモリ 17 から入手することができる。より具体的には、予測フレーム $P_n(x, y)$ は、現在のフレーム内のピクセルに実質的に一致する基準フレーム $R_n(x, y)$ 内の「予測ピクセル」を見つけることによって構成される。現在のフレーム内のピクセルと基準フレーム内の対応する予測ピクセルとの間の関係（たとえば相対的な位置、回転、比率など）を記述する動き情報を得て、動き情報に従って予測ピクセルを移動させることによって予測フレームが形成される。このようにして予測フレームは、基準フレーム内のピクセル値を用いて、現在のフレームの概略的な表現として構成される。したがって前述の予測エラー・フレームは、予測フレームによって得られる現在のフレームの概略的な表現と現在のフレームそれ自体との間の差分を表わす。動き補償予測を用いるビデオ・エンコーダによって得られる基本的な有利点は、現在のフレームの比較的コンパクトな記述を得ることが、その予測を形成するために必要となる動き情報とともに、予測エラー・フレーム内の付随する予測エラー情報によって、可能となるという事実から生じる。

【0018】

フレーム内には多数のピクセルがあるために、各ピクセルに対する別個の動き情報をデコーダへ送信することは一般的に効率的ではない。その代わりに、ほとんどのビデオ・コーディング方式では、現在のフレームをもっと大きな画像セグメント S_k に分割して、セグメントに関する動き情報をデコーダへ送信している。たとえば通常は、フレームの各マクロブロックに対して動き情報を与えて、そしてマクロブロック内のすべてのピクセルに対して同じ動き情報を用いる。現在開発中の ITU-T 勧告 H.26L などの一部のビデオ・コーディング標準では、マクロブロックをもっと小さいブロックに分割して、小さいブロックのそれぞれに独自の動き情報を与える。

【0019】

動き情報は通常、動きベクトル $[x(x, y), y(x, y)]$ の形を取る。一対の数 $x(x, y)$ および $y(x, y)$ によって、基準フレーム $R_n(x, y)$ 内のピクセルに対する現在のフレーム $I_n(x, y)$ 内のピクセル (x, y) の水平および垂直方向の変位が表わされる。動きベクトル $[x(x, y), y(x, y)]$ は、動き領域推定ブロック 11 において計算され、現在のフレームの動きベクトルの組 $[x(\cdot)$

10

20

30

40

50

、 $y(\cdot)$] は動きベクトル領域と言われる。

【 0 0 2 0 】

通常、現在のビデオ・フレーム内でのマクロブロックの位置は、その左上角の (x, y) 座標によって特定される。したがってフレームの各マクロブロックに動き情報が付随するビデオ・コーディング方式では、現在のフレーム $I_n(x, y)$ 内のマクロブロックの左上角を表わすピクセルの、基準フレーム $R_n(x, y)$ 内の予測ピクセルの実質的に対応するブロックの左上角のピクセルに対する水平および垂直方向の変位 $x(x, y)$ および $y(x, y)$ が、各動きベクトルによって記述される (図 4 b に示す)。

【 0 0 2 1 】

動き推定は、計算が集約される作業である。基準フレーム $R_n(x, y)$ と、たとえば現在のフレーム内の $N \times N$ ピクセルを含む正方形のマクロブロック (図 4 a に示す) とを仮定すると、動き推定の目標は、ある基準にしたがって現在のピクチャ内のマクロブロックの特性にマッチングする基準フレーム内の $N \times N$ ピクセル・ブロックを見つけることである。この基準は、たとえば現在のフレーム内のマクロブロックのピクセルと、それが比較される基準フレーム内のピクセルのブロックとの間の絶対差分和 (SAD) とすることができる。このプロセスは、「ブロック・マッチング」として一般に知られている。実際の物体はスケール変化を、さらに回転および歪みを経る可能性があるため、一般に、マッチングすべきブロックの幾何形状と基準フレーム内のそれとは同じである必要はないことを理解されたい。しかし現在の国際的なビデオ・コーディング標準、たとえば前述したようなものでは、並進運動モデルのみが用いられており (以下を参照)、したがって固定された矩形幾何形状で十分である。

【 0 0 2 2 】

理想的には、マッチングを見つける最高の可能性を得るためには、基準フレームの全体をサーチする必要がある。しかしこれは、ビデオ・エンコーダに課される計算の負担が大きくなりすぎるために、非現実的である。その代わりに図 4 c に示すように、サーチ領域を一般に、現在のフレーム内のマクロブロックの本来の位置の周囲の領域 $[-p, p]$ に限定する。

【 0 0 2 3 】

エンコーダ 10 からデコーダ 20 へ送信すべき動き情報をさらに減らすために、エンコーダ 10 の動き領域コーディング・ブロック 12 内で、動きベクトル領域を動きモデルを用いて表わすことによってコーディングする。このプロセスでは、画像セグメントの動きベクトルをある所定の関数を用いて再表現するか、または言い換えれば、動きベクトル領域をモデルを用いて表わす。現在使用されている動きベクトル領域モデルのほとんど全てが、加法的な動きモデルであり、以下の式に従う。

【 0 0 2 4 】

【 数 2 】

$$\Delta x(x, y) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i f_i(x, y)$$

(2)

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

【数 3】

$$\Delta y(x, y) = \sum_{i=0}^{M-1} b_i g_i(x, y) \quad (3)$$

【0026】

ここで、 a_i および b_i は動き係数である。動き係数は、デコーダ 20 に送信される（図 1 および 2 における情報ストリーム 2）。関数 f_i および g_i は、動き領域の基底関数である。これらは、エンコーダおよびデコーダの両方に対して既知である。概略的な動きベクトル領域

10

【0027】

【数 4】

$$(\tilde{\Delta x}(x, y), \tilde{\Delta y}(x, y))$$

20

【0028】

を、係数および基底関数を用いて構成することができる。基底関数がエンコーダ 10 およびデコーダ 20 の両方に対して既知である（すなわち格納されている）ために、エンコーダへ送信する必要があるのは動き係数のみであり、したがってフレームの動き情報を表わすのに必要な情報量を減らすことができる。

【0029】

最も単純な動きモデルは、各セグメントの動きベクトルを記述するのに 2 つの係数のみを必要とする並進運動モデルである。動きベクトルの値は以下のように与えられる。

【0030】

30

【数 5】

$$\begin{aligned} \Delta x(x, y) &= a_0 \\ \Delta y(x, y) &= b_0 \end{aligned} \quad (4)$$

【0031】

40

これは、ITU-T 勧告 H.263 および ISO 標準 MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4 において、 16×16 および 8×8 ブロックの動きを記述するために用いられるモデルである。並進運動モデルを用いるシステムは通常、フル・ピクセル分解能またはフル・ピクセル分解能の整数分の 1、たとえばピクセル分解能の 2 分の 1 または 4 分の 1 で、動き推定を行なう。

【0032】

予測フレーム $P_n(x, y)$ は、エンコーダ 10 の動き補償予測ブロック 13 において構成され、以下のように与えられる。

【0033】

【数 6】

$$P_n(x, y) = R_n[x + \tilde{\Delta}x(x, y), y + \tilde{\Delta}y(x, y)] \quad (5)$$

【0034】

予測エラー・コーディング・ブロック14では、予測エラー・フレーム $E_n(x, y)$ が通常、いくつかの2次元関数の有限級数として表わすこと(変換)によって、圧縮される。たとえば2次元離散コサイン変換(DCT)を用いることができる。変換係数を、デコーダへ送信する(図1および2における情報ストリーム1)前に、量子化してエントロピ(たとえばハフマン(Huffman))コーディングする。量子化によってエラーが導入されるために、この動作によって通常、予測エラー・フレーム $E_n(x, y)$ 内で多少の劣化(情報の損失)が生じる。この劣化を補償するために、エンコーダ10は、予測エラー・デコーディング・ブロック15も備えている。予測エラー・デコーディング・ブロック15では、デコーディングされた予測エラー・フレーム

10

【0035】

【数 7】

20

$$\tilde{E}_n(x, y)$$

【0036】

が、変換係数を用いて構成される。この局所的にデコーディングされた予測エラー・フレームが、加算器19によって予測フレーム $P_n(x, y)$ に加えられ、結果として生じるデコーディングされた現在のフレーム

30

【0037】

【数 8】

$$\tilde{I}_n(x, y)$$

【0038】

がフレーム・メモリ17内に格納されて、次の基準フレーム $R_{n+1}(x, y)$ としてさらに用いられる。

40

【0039】

マルチプレクサ16において、動きベクトルについての情報を伝える情報ストリーム2を予測エラーについての情報と組み合わせ、通常は少なくともこれら2つのタイプの情報を含む情報ストリーム3をデコーダ20へ送る。

【0040】

次に、対応するビデオ・デコーダ20の動作について説明する。

【0041】

デコーダ20のフレーム・メモリ24には、すでに再構成された基準フレーム $R_n(x, y)$ が格納されている。デコーダ20の動き補償予測ブロック21では、すでに再構成

50

された基準フレーム $R_n(x, y)$ の受信された動き係数情報とピクセル値とを用いて、式 5 に従って予測フレーム $P_n(x, y)$ が構成される。予測エラー・デコーディング・ブロック 22 では、予測エラー・フレーム $E_n(x, y)$ の送信された変換係数を用いて、デコーディングされた予測エラー・フレーム

【 0 0 4 2 】

【 数 9 】

$$\tilde{E}_n(x, y)$$

10

【 0 0 4 3 】

が構成される。次に、デコーディングされた現在のフレーム

【 0 0 4 4 】

【 数 1 0 】

$$\tilde{I}_n(x, y)$$

20

【 0 0 4 5 】

のピクセルが、予測フレーム $P_n(x, y)$ とデコーディングされた予測エラー・フレーム

【 0 0 4 6 】

【 数 1 1 】

$$\tilde{E}_n(x, y)$$

30

【 0 0 4 7 】

とを加えることによって、再構成される。

【 0 0 4 8 】

【 数 1 2 】

$$\tilde{I}_n(x, y) = P_n(x, y) + \tilde{E}_n(x, y) = R_n \left[x + \tilde{\Delta}x(x, y), y + \tilde{\Delta}y(x, y) \right] + \tilde{E}_n(x, y). \quad (6)$$

40

【 0 0 4 9 】

このデコーディングされた現在のフレームを、次の基準フレーム $R_{n+1}(x, y)$ としてフレーム・メモリ 24 に格納しても良い。

【 0 0 5 0 】

前述したデジタル・ビデオの動き補償エンコーディングおよびデコーディングの説明では、基準フレーム $R_n(x, y)$ に対する現在のフレーム内のマクロブロックの動きを記述する動きベクトル $[x(x, y), y(x, y)]$ は、基準フレーム内のどのピク

50

セルも指し示することができる。これは、デジタル・ビデオ・シーケンスのフレーム間の動きを表わすことができるのは、フレーム内の画像ピクセルによって決定される分解能（いわゆるフル・ピクセル分解能）においてのみであることを意味する。しかし実際の動きは精度が定まらないため、前述したシステムによって与えられるのは、デジタル・ビデオ・シーケンスの連続フレーム間の動きについての概略的なモデリングのみである。通常、フル・ピクセル分解能を有するビデオ・フレーム間の動きについてのモデリングは精度が十分ではないため、各マクロブロックまたはフレームに関連する予測エラー（PE）情報を効率的に最小化することができない。そのため実際の動きについてのもっと正確なモデリングを可能にし、エンコードからデコードへ送信すべきPE情報を減らすことを促進するために、多くのビデオ・コーディング標準では、動きベクトルが画像ピクセル「の中間」を指し示すことができる。言い換えれば、動きベクトルが「サブ・ピクセル」分解能を有することができる。動きベクトルがサブ・ピクセル分解能を有することができるようになると、行なうべきエンコーディングおよびデコーディング動作の複雑さが増加するため、動きベクトルが有しても良い空間分解能の程度を限定することがやはり有利である。そのためビデオ・コーディング標準、たとえば前述したようなものでは通常、フル、2分の1、または4分の1ピクセル分解能のみを有することができる。

【0051】

図5の典型的な方法で例示するように、サブ・ピクセル分解能を有する動き推定を、動きベクトルがフルまたは2分の1ピクセル分解能を有し得る一般的なビデオ・コーディング方式に対して、2段階プロセスとして実行することができる。第1のステップでは、フル・ピクセル分解能を有する動きベクトルを、前述したブロック・マッチング・プロセスなどの適切な動き推定方式を用いて決定する。図5に、結果として生じるフル・ピクセル分解能を有する動きベクトルを示す。

【0052】

第2の段階では、第1の段階で決定された動きベクトルを精緻化して、所望の2分の1ピクセル分解能を得る。図5に例示した例では、これは、 16×16 ピクセルの8つの新しいサーチ・ブロックを形成することによって行なわれる。図5では、各ブロックの左上角の位置がXによってマーキングされている。これらの位置は、 $[x + m/2, y + n/2]$ によって示される。ここでmおよびnは、-1、0、+1の値を取ることができるが、同時には0にはなれない。本来の画像ピクセルのピクセル値のみが既知であるため、2分の1ピクセル位置にあるサブ・ピクセルの値（たとえば、輝度および/またはクロミナンス値）が、8つの新しいサーチ・ブロックのそれぞれに対して、ある補間方式の形態を用いて推定される。

【0053】

サブ・ピクセルの値を2分の1ピクセル分解能で補間したら、8つのサーチ・ブロックのそれぞれを、動きベクトルが探索されているマクロブロックと比較する。フル・ピクセル分解能を有する動きベクトルを決定するために行なうブロック・マッチング・プロセスの場合と同様に、マクロブロックを、ある基準たとえばSADにしたがって8つのサーチ・ブロックのそれぞれと比較する。比較の結果、最小のSAD値が一般的に得られる。ビデオ・シーケンスにおける動きの種類に応じて、最小値は、本来の動きベクトルによって特定される位置（フル・ピクセル分解を有する）に対応しても良いし、2分の1ピクセル分解能を有する位置に対応しても良い。こうして、動きベクトルがフル・ピクセル位置を指し示すべきかサブ・ピクセル位置を指し示すべきかを決定することができ、サブ・ピクセル分解能が適切である場合には、正確なサブ・ピクセル分解能の動きベクトルを決定することができる。

【0054】

実際には、基準フレーム内のサブ・ピクセル値を推定することは、周囲のピクセル値からサブ・ピクセル値を補間することによって行なわれる。一般に、非整数位置（ x, y ）=（ $n + x, m + y$ ）に配置されるサブ・ピクセル値 $F(x, y)$ を補間することは2次元動作として定式化することができ、以下のように数学的に表わされる。

【 0 0 5 5 】

【 数 1 3 】

$$F(x, y) = \sum_{k=-K}^{K-1} \sum_{l=-L}^{L-1} f(k+K, l+L) F(n+k, m+l) \quad (7)$$

10

【 0 0 5 6 】

ここで、 $f(k, l)$ はフィルタ係数であり、 n および m は、 x および y をそれぞれ切り捨てによって整数値にすることによって得られる。通常、フィルタ係数は x および y の値に依存し、補間フィルタは通常、いわゆる「分離可能なフィルタ」である。この場合、サブ・ピクセル値 $F(x, y)$ は以下のように計算することができる。

【 0 0 5 7 】

【 数 1 4 】

$$F(x, y) = \sum_{k=-K}^{K-1} f(k+K) \sum_{l=-K}^{K-1} f(l+K) F(n+k, m+l) \quad (8)$$

20

【 0 0 5 8 】

動きベクトルはエンコーダで計算される。対応する動き係数がいったんデコーダに送信されたら、エンコーダで使用される補間方法と同一の補間方法を用いて必要なサブ・ピクセルを補間することは簡単な事である。このようにして、フレーム・メモリ 24 内で基準フレームに続くフレームを、基準フレームおよび送信すべき動きベクトルから再構成することができる。

30

【 0 0 5 9 】

従来、ビデオ・エンコーダおよびデコーダで使用される補間フィルタには固定のフィルタ係数値が用いられ、同じフィルタ（すなわち同じフィルタ係数値を有する同じタイプのフィルタ）を、コーディングされているビデオ・シーケンスのすべてのフレームに対して用いている。同じフィルタをすべてのビデオ・シーケンスに対して、それらの種類およびそれらが取得された（捕らえられた）方法に関係なくさらに用いる。ウェディ（Wed i）（「動き補償ハイブリッド・ビデオ・コーディングに対する適合可能な補間フィルタ（Adaptive Interpolation for Motion Compensated Hybrid Video Coding）」、ピクチャ・コーディング・シンポジウム（Picture Coding Symposium）（P C S 2 0 0 1）、ソウル、韓国、2001年4月）では、適合可能なフィルタ係数値を有する補間フィルタを用いて、ビデオ・コーディング・プロセスにおけるある種の欠点を補償することが提案されている。特にウェディ（Wed i）は、画像取得プロセスにおけるエイリアシング、許容される動きベクトルの分解能が有限であること、および並進運動モデルの妥当性が限られていることによって、さらなる予測エラーがどのように導入されるかについて説明している。ビデオ画像内のエイリアシングは、画像取得プロセスにおいて非理想的なロー・パス・フィルタを用いること（および結果として生じるナイキスト（Nyquist）・サンプリング法則の不履行）のために生じる。エイリアシングによって、ビデオ・シーケンス内の動き補償予測が妨げられ、さらなる予測エラー成分が生じる。また許容される動きベクトルの精度が有限であること（たとえばフル・ピクセル、2分の1ピクセル、または4

40

50

分の1ピクセル)と、並進運動モデルが表わせるのは連続ビデオ・フレーム間の水平および垂直の動きのみであることとによっても、さらなる予測エラー寄与が生じる。ウェディはさらに、補間フィルタのフィルタ係数値を適合させて、エイリアシングと、動きベクトル精度が有限であることと、および並進運動モデルの妥当性が限られていることとによって導入されるさらなる予測エラーを補償することによって、コーディング効率の向上を実現できることを提案している。

【0060】

より一般的には、動きの種類および特性がビデオ・シーケンス内で変化するため、最適の補間フィルタは時間および画像位置の関数として変化することを理解されたい。ウェディによって提示される例では、動的に適合可能なフィルタ係数値を有する補間フィルタが H.26L ビデオ・コーデックに、より具体的には、テスト・モデル(TML)によって規定されるそのコーデックのバージョンに、組み込まれている。H.26LのTML-4では、4分の1ピクセルの動きベクトル分解能と、6つの対称的なフィルタ係数を有するウィナー(Wiener)・タイプの補間フィルタ(6タップ・フィルタ)とが使用された。ウェディで示される例では、補間フィルタのフィルタ係数をフレームごとのベースで適合させること、フィルタ係数を差をつけてコーディングすること、およびフィルタ係数を、メインのビデオ・データに対する副次的な情報としてデコーダへ送信することが示されている。このアプローチに基づいて、H.26L ビデオ・コーデックのテスト・モデル8において動的なフィルタ係数数値を有する補間フィルタを使用することを含める提案がなされた。これはITU電気通信標準化部門において、表題「H.26L用の適合可能な補間フィルタ(Adaptive Interpolation Filter for H.26L)」、研究グループ16、議題6、ビデオ・コーディング専門家グループ(VCEG)、文献VCEG-N28(2001年9月)および、表題「H.26L用の適合可能な補間フィルタに関するさらなる結果(More Results on Adaptive Interpolation Filter for H.26L)」、研究グループ16、議題6、ビデオ・コーディング専門家グループ(VCEG)、文献VCEG-O16r1(2001年11月)にて提出された。

【0061】

動的に適合可能な補間フィルタを用いることは、エンコーディングされたビデオ・データ・ストリームのコーディング効率に関して重要な問題を引き起こし、またエンコーディングされたビデオ・データのエラー回復に影響を及ぼす。コーディング効率の問題は、簡単な仕方で理解することができる。固定のフィルタ係数値を有する補間フィルタを用いるビデオ・コーディング・システムでは、エンコーディングされたビデオ・データ・ビット・ストリーム内に、フィルタ係数値に関する情報を含める必要がまったくない。フィルタ係数値を、ビデオ・エンコーダおよびビデオ・デコーダに簡単に記録することができる。言い換えれば、固定の補間フィルタを用いる特定のビデオ・コーディング標準にしたがって実装されるビデオ・コーディング・システムでは、係数値は、標準の仕様に従ってエンコーダおよびデコーダの両方に対して事前プログラムされる。しかし動的に適合可能なフィルタ係数が可能になれば、係数値に関する情報を送信する必要性が生じてくる。フィルタ係数は周期的に(たとえばフレームごとのベースで)更新されるため、これは必然的に、ビデオ・エンコーダからデコーダへ送るべき情報量に加えられ、またコーディング効率に対して悪影響を及ぼす。ビット・レートが低いビデオ・コーディング用途では、送信すべき情報量がわずかでも増えることは一般に望ましくない。

【0062】

したがって動きを最適にモデリングおよび補償するために、動的な補間フィルタを効率的に表現する必要がある。

【0063】

エラー回復に関しては、動的に可変の補間フィルタの係数についての情報をエンコーダからデコーダへ送信する方法によって、送信エラーに対するビデオ・データの敏感さに影響が出る場合があることを理解されたい。より具体的には、動的に適合可能な補間フィルタを用いるビデオ・コーディング・システムでは、デコーダにおけるビデオ・シーケンス

のフレームの正確な再構成は、フィルタ係数値の正確な受信およびデコーディングに依存する。係数値に関する情報が、エンコーダからデコーダへ送信される間にエラーの影響を受けやすい場合には、再構成されるビデオ・データの破損が起こる可能性がある。従来技術から知られるフィルタ係数のコーディング方法には3種類ある。第1は、フィルタ係数値を別個にエントロピ・コーディングすることである。第2は、フィルタ係数値を、すでにデコーディングされたフィルタのフィルタ係数と比較して差をつけて、エントロピ・コーディングすることである（ウェディにおいて提案されている）。第3は、フィルタの組を規定して、選択したフィルタのインデックスをコーディングすることである。

【0064】

前述したように補間フィルタ係数のコーディングに利用できる可能性がある従来技術の解決方法はすべて、それらの使用方法のシナリオが異なることに付随する問題がある。第1の方法では、補間フィルタ係数を別個にコーディングするが、先験的な情報（すなわちすでにコーディングされた補間フィルタ係数値に関する情報）を何ら利用しないため、コーディング性能が劣っている。したがってこのアプローチでは、エンコーディングされたビデオ・ビット・ストリームに過度に多量の情報を加えて、補間フィルタ係数値を記述する必要がある。ウェディにおいて提案されるように、係数の差分コーディングは効率的ではあるが、フィルタ係数が、以前のフィルタ係数が正しくデコーディングされていることに依存するために、送信エラーを伴う可能性がある環境では使用することができない。前述したように、エンコーディングされたビデオ・ビット・ストリームが、エンコーダからデコーダへ送信される間に、エラーの影響を受けやすい場合には、デコーダにおいて再構成されるビデオ・データの破損が起こる可能性がある。所定のフィルタの組を伴う第3の従来技術の解決方法では、限られた選択肢のみが与えられるため、コーディング性能が劣化する。言い換えれば、このオプションでは、ウェディで述べられているように動的に適合可能なフィルタ係数値を有する補間フィルタを用いる利点を十分に実現することはできない。

【0065】

したがって、適合可能な補間フィルタの係数値をコーディングする方法として、効率的であるとともに、エンコーディングされたビデオ・ビット・ストリームのエラー回復の劣化につながらない方法が必要とされていることが理解される。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0066】

本発明では、差分コーディングの良好なコーディング効率をエラー回復特徴と組み合わせることで、差分コーディングをすべての環境でできるようにする。したがってそれは、エラーが生じやすい環境、たとえばエンコーディングされたビデオ・ビット・ストリームを干渉を受けやすい無線通信リンク上で送信すべき環境で使用するためのビデオ・コーディング・システム内への実装に特に適している。

【0067】

したがって、本発明の第1の態様によれば、デジタル・ビデオ・シーケンスにおける画像をエンコーディングしてエンコーディングされたビデオ・データを与えるための方法であって、デジタル・ビデオ・シーケンスはビデオ・フレームのシーケンスを含み、各フレームは複数のピクセル値を有し、複数の係数値によって表わされる複数の係数を有する補間フィルタを用いて、エンコーディングされたビデオ・データから前記デジタル・ビデオ・シーケンスのフレーム内のピクセル値を再構成する方法が提供される。この方法は、

補間フィルタの係数値を、所定のベース・フィルタと比較して差をつけてコーディングして、差分値の組を形成するステップと、

エンコーディングされたビデオ・データにおける前記差分値の組を適合させて、ピクセル値の再構成が前記差分値の組に基づくようにするステップと、を含むことを特徴とする。

【0068】

有利なのは、エンコーディングされたビデオ・データが、前記差分値の組を示すエンコーディングされた値を含み、前記差分値の組を、ビデオ・エンコーダからビデオ・デコーダへ送信する前にエントロピ・コーディングすることである。

【0069】

有利なのは、所定のベース・フィルタが、補間フィルタの係数値に統計的に類似する値の複数の係数を有することである。

【0070】

有利なのは、補間フィルタの係数を、選択された画像セグメント内でのピクセルを補間するように選択することである。

【0071】

有利なのは、所定のベース・フィルタが、固定された係数値を有することである。

【0072】

有利なのは、所定のベース・フィルタが、ビデオ・シーケンスの統計値に適合される複数の係数を有することである。

【0073】

好ましくは、補間フィルタが対称的であり、フィルタ係数の2分の1のみがコーディングされる。

【0074】

有利なことは、補間フィルタの係数値が、第1の係数値から最後の係数値まで、ある順序でコーディングされ、ある順序は前記係数の空間的な順序とは異なることである。

【0075】

有利なことは、補間フィルタの係数値の合計が固定されていることである。

【0076】

有利なことは、所定のベース・フィルタが複数の係数値を有し、所定のベース・フィルタの係数値に一定の値を加えて、補間フィルタの係数値と所定のベース・フィルタの係数値との間の差分の振幅を減らすことである。

【0077】

本発明の第2の態様によれば、ビデオ・フレームのシーケンスを有するデジタル・ビデオ・シーケンスにおける画像をエンコーディングして、ビデオ・シーケンスを示すエンコーディングされたビデオ・データを与える手段であって、ビデオ・シーケンスの各フレームは複数のピクセル値を含む手段と、

デコーディング・プロセスにおいて前記デジタル・ビデオ・シーケンスのフレーム内のピクセル値を再構成するための補間フィルタを規定する手段であって、補間フィルタは複数の係数値によって表わされる多くの係数を有する手段と、を備えるビデオ・エンコーダが提供される。このビデオ・エンコーダは、補間フィルタに対応して、前記補間フィルタの係数値と所定のベース・フィルタの係数値との間の差分を計算して差分値の組を与える手段と、

エンコーディングされたビデオ・データにおける前記差分値の組を適合させて、デコーディング・プロセスにおけるピクセル値の再構成が前記差分値の組に基づくようにする手段と、を備えることを特徴とする。

【0078】

有利なことは、エンコーダが、エンコーディングされたビデオ・データにおける前記差分値の組を適合させる前に前記差分値の組をエントロピ・コーディングするための手段をさらに備えることである。

【0079】

本発明の第3の態様によれば、ビデオ・フレームのシーケンスを含むデジタル・ビデオ・シーケンスを示すビデオ・データをデコーディングする方法であって、ビデオ・シーケンスの各フレームは複数のピクセル値を含み、複数の係数値によって表わされる複数の係数を有する補間フィルタを用いて前記デジタル・ビデオ・シーケンスのフレーム内のピクセル値を再構成する方法が提供される。この方法は、

ビデオ・データから差分値の組を回収するステップであって、前記差分値の組は、補間フィルタの係数値と所定のベース・フィルタの係数値との間の差分を示すステップと、

前記差分値の組と所定のベース・フィルタとに基づいて、さらなるフィルタを構成するステップと、

さらなるフィルタに基づいてピクセル値を再構成するステップと、を含むことを特徴とする。

【0080】

有利なことは、所定のベース・フィルタが、複数の係数値によって表わされる複数の係数を有し、さらなるフィルタの構成を、前記差分値の組を所定のベース・フィルタの係数値と合計することによって行なうことである。

10

【0081】

有利なことは、前記差分値の組を、ビデオ・データから、エントロピ・デコーディングによって回収することである。

【0082】

本発明の第4の態様によれば、ビット・ストリーム内のビデオ・データを受信するための手段であって、受信したビデオ・データは、ビデオ・フレームのシーケンスを含むデジタル・ビデオ・シーケンスを示し、ビデオ・シーケンスの各フレームは複数のピクセル値を含む手段を備えるビデオ・デコーダが提供される。ビデオ・デコーダは、

ビット・ストリームから差分値の組を回収するための手段と、

所定のベース・フィルタと前記差分値の組とに基づいて補間フィルタを構成するための手段と、

20

補間フィルタと受信したビデオ・データとに基づいてビデオ・シーケンスのフレーム内のピクセル値を再構成するための手段と、を備えることを特徴とする。

【0083】

有利なことは、ビデオ・デコーダが、前記差分値の組を所定のベース・フィルタのさらなる係数値と合計して補間フィルタを構成する手段、およびビット・ストリームからの前記差分値の組をエントロピ・デコーディングする手段も備えることである。

【0084】

本発明の第5の態様によれば、ビデオ・フレームのシーケンスを有するデジタル・ビデオ・シーケンスにおける画像をエンコーディングして、ビデオ・シーケンスを示すビット・ストリームでのエンコーディングされたビデオ・データを与えるエンコーダであって、ビデオ・シーケンスの各フレームは複数のピクセル値を含み、エンコーダは、デコーディング・プロセスにおいて前記デジタル・ビデオ・シーケンスのフレーム内のピクセル値を再構成するための補間フィルタを規定する手段であって、補間フィルタは複数の係数値によって表わされる複数のフィルタ係数を有する手段、を有するエンコーダと、

30

ビット・ストリームでのエンコーディングされたビデオ・データを受信して、デコーディング・プロセスにおいてビデオ・シーケンスのフレーム内のピクセル値を再構成するためのデコーダと、を備えるビデオ・コーディング・システムが提供される。ビデオ・コーディング・システムは、

エンコーダがさらに、

40

補間フィルタと所定のベース・フィルタとの間の差分を計算して差分値の組を与える手段と、

ビット・ストリームでの前記差分値の組を適合させる手段と、を備え、

デコーディングは、

ビット・ストリームから前記差分値の組を回収するための手段と、

所定のベース・フィルタと回収された差分値の組とに基づいてさらなるフィルタを構成して、デコーディング・プロセスにおけるピクセル値の再構成がさらなるフィルタに基づくようにする手段と、を備えることを特徴とする。

【0085】

本発明のこれらの特徴および他の特徴は、以下の説明を添付の図面とともに参照するこ

50

とによって明らかになる。しかし図面は、例示のためにデザインされているに過ぎず、本発明の限界を規定するものとしてではないことを理解されたい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0086】

本発明によれば、エンコーダは、所定のベース・フィルタ係数と比較して差をつけてフィルタ係数をコーディングする。図6a～6cに、本発明による方法を例示する。図6aに示すバー・グラフは、補間フィルタ係数値を表わしており、各バーは、フィルタ係数の1つに対応する。バーの高さは個々の係数値を表わす。水平軸の上方に延びるバーは正係数値を表わし、水平軸の下方に延びるバーは負係数値を表わす。図6aおよび図6bを参照して、バー・グラフ110は、選択された画像セグメントの動き推定に最も適している
10
とエンコーダによって検出されたフィルタを表わす一方で、バー・グラフ140はベース・フィルタを表わす。図6aに示す例では、フィルタは、6つのフィルタ係数を有する6タップ対称性フィルタである。フィルタ係数自体を送る代わりに、選択されたフィルタ110とベース・フィルタ140との間の差分130をコーディングして送る。図6cに、送られる係数120を示す。

【0087】

本発明を用いた場合、エントロピ・コードを用いて小さい振幅差分を効率的にコーディングすることができるために、コーディング・ゲインが得られる。ビデオ・エンコーダによって生成されたエンコーディングされたビデオ・ビット・ストリーム内にこのような差分が含まれ、ビデオ・ビット・ストリームをエンコーダから対応するデコーダへ送信する
20
ときには、エンコーディングされたビット・ストリームから差分値を回収し、それらを、デコーダに格納された所定のベース・フィルタの個々の係数値に加えることによって、補間フィルタの係数をデコーダにおいて再構成することができる。

【0088】

またベース・フィルタを、ビデオ・シーケンスと受信されたフィルタ係数との統計値に適合させて、コーディング係数をさらに改善できることを理解されたい。ベース・フィルタを、コーデック全体に対して予め規定することもできる。言い換えれば、予め規定された同じフィルタを、コーディングすべき全てのビデオ・シーケンスに対して、それらの特性と関係なく、またはそれらが取得された方法で用いる。あるいは、ベース・フィルタをビデオ・データに適合させる、すなわち異なるビデオ・シーケンスに対して異なるベース
30
・フィルタを用いるか、またはベース・フィルタを、ある所定のルールに従って特定のビデオ・シーケンスのエンコーディングの間に適合させることができる。

【0089】

図6a～6cに示すように、フィルタが対称的である場合には、コーディングする必要があるのはフィルタ係数の2分の1だけである。その他はコピーによって得ることができる。図6cに示した例では、エンコーディングされたビデオ・ビット・ストリーム内の適合可能な補間フィルタの係数値を表わすのに必要な情報量をさらに減らすことが、4番目、5番目、6番目のフィルタ係数が3番目、2番目、1番目のフィルタ係数とそれぞれ同一となることを実現することによって可能となる。したがってこの場合には、補間フィルタの6つの係数を実際には、次の3つの値でコーディングすることができる。すなわち、
40
第1の補間フィルタ係数と所定のベース・フィルタの第1の係数との間の差分を表わす第1、第2の補間フィルタ係数と所定のベース・フィルタの第2の係数との間の差分を表わす第2、および第3の補間フィルタ係数と所定のベース・フィルタの第3の係数との間の差分を表わす第3である。したがってこれらの3つの差分値を、エンコーダからデコーダへ送信されるエンコーディングされたビデオ・ビット・ストリーム内に含めることだけが必要であり、再構成された最初の3つのフィルタ係数値を適切にコピーすることによって、デコーダは残りの3つの補間フィルタ係数を得ることができる。ベース・フィルタと補間フィルタとが有する係数の数が偶数ではなく奇数であるが、それにもかかわらずそれらが対称的である場合には、同様のアプローチを採用することができる。この場合、コーディングすべき差分値の数は $(n/2) + 1$ であり、ここでnはベース・フィルタ/補間フ
50

フィルタにおける係数の数であることを、理解されたい。また本発明による方法は、他の係数コーディング方法と組み合わせることもできる。たとえば、最も頻繁に使用されるフィルタの組は、それらのインデックスによって規定およびコーディングすることができる。それほど頻繁には使用されないフィルタを、説明した発明によってコーディングして、利用可能なフィルタに対して最大限の変化を与えることで、係数値をコーディングするための従来技術の第3の方法に関する前述の不利点を打開することができる。

【0090】

フィルタ係数のコーディング順序は、空間的な順序に従う必要はない。たとえば、補間フィルタ係数値を表わす差分値を、エンコーディングされたビデオ・ビット・ストリーム内に、フィルタ内で生じる係数と同じ順序で含める必要はない。この場合には、差分値がビット・ストリーム内に現れる順序を指定する所定のルールを規定して、それをエンコーダおよびデコーダの両方に対して既知としなければならない。

10

【0091】

ベース・フィルタを、同じフィルタの受信されたフィルタ係数に適合させることができる。たとえば、第1の送信されたフィルタ係数がベース・フィルタ係数よりも大きい場合には、第2のベース・フィルタ係数を小さくすることができる。これは特に、フィルタ係数の合計が知られている場合に当てはまる。

【0092】

通常、フィルタ係数の合計は固定されている。このような場合、最後のフィルタ係数をコーディングする必要はまったくなく、しかし最後のフィルタ係数は、最初の係数の合計を全体の合計から引き算することによって計算することができる。フィルタ係数の合計が固定されていない場合には、別個に送信される定数をベース・フィルタ係数またはフィルタ出力に加えて、係数差分の振幅を小さくすることができる。

20

【0093】

図7に、本発明に従って動作するように適合させることができるビデオ・エンコーディングおよびデコーディング機器を備える端末装置を示す。より正確には、図7に、ITU-T勧告H.324に従って実装されるマルチメディア端末60を例示する。端末は、マルチメディア送受信器装置と考えることができる。それは、マルチメディア・データ・ストリームを捕捉、エンコーディング、および多重化して通信網を介して送信する要素に比べて、受信したマルチメディア・コンテンツを受信、逆多重化、デコーディング、および表示する要素を含む。ITU-T勧告H.324は、端末の動作全体を規定し、その種々の構成部分の動作を支配する他の勧告について言及している。この種のマルチメディア端末は、対話形式テレビ電話などのリアル・タイム用途、またはビデオ・クリップの回収またはストリーミングをたとえばインターネット内のマルチメディア・コンテンツ・サーバーから行なうなどの非リアル・タイム用途で用いることができる。

30

【0094】

本発明の文脈においては、図7に示したH.324端末は、本発明の方法の応用に適した多くの代替的なマルチメディア端末実装の1つに過ぎないことを理解されたい。また端末機器の位置および実装に関して多くの代替案が存在することにも注意されたい。図7に例示したように、マルチメディア端末を、アナログPSTN（公衆交換電話網）などの固定回線電話網に接続された通信機器内に位置付けても良い。この場合、マルチメディア端末に、ITU-T勧告V.8、V.34、および任意にV.8の2に準拠するモデム71が備え付けられる。あるいは、マルチメディア端末を外部のモデムに接続しても良い。モデムによって、マルチメディア端末によって生成された多重化デジタル・データおよび制御信号を、PSTN上への送信に適したアナログ形式に変換することができる。さらにモデムによって、マルチメディア端末がデータおよび制御信号をPSTNからアナログ形式で受信して、端末が適切な方法で逆多重化して処理することができるデジタル・データ・ストリームに変換することができる。

40

【0095】

またH.324マルチメディア端末の実装を、ISDN（総合デジタル通信網）などの

50

デジタル固定回線網に直接接続できるように行なっても良い。この場合、モデム 7 1 を、ISDN ユーザ・ネットワーク・インターフェースと取り替える。図 7 では、この ISDN ユーザ・ネットワーク・インターフェースを、代わりのブロック 7 2 で表わしている。

【0096】

また H. 324 マルチメディア端末を、モバイル通信用途で使用するために適合させても良い。無線通信リンクとともに使用する場合、図 7 の代わりのブロック 7 3 で表わしたように、モデム 7 1 を何らかの適切な無線インターフェースと取り替えることができる。たとえば H. 324 / M マルチメディア端末は、現在の第 2 世代 GSM 携帯電話網または提案される第 3 世代 UMTS (ユニバーサル移動電話システム) への接続が可能な無線送受信器を含むことができる。

10

【0097】

双方向通信用に、すなわちビデオ・データの送信および受信にデザインされたマルチメディア端末では、本発明により実装されるビデオ・エンコーダおよびビデオ・デコーダの両方を設けることが有利であることを理解されたい。このようなエンコーダおよびデコーダは多くの場合、単一の組み合わせ機能ユニット(「コーデック」と言われる)として実装される。

【0098】

次に典型的な H. 324 マルチメディア端末を、図 7 を参照して、より詳細に説明する。マルチメディア端末 6 0 には、「端末機器」と言われる種々の要素が含まれている。この端末機器には、ビデオ、オーディオ、およびテレマティック装置が含まれており、それぞれ総称的に参照番号 6 1、6 2、および 6 3 によって示す。ビデオ機器 6 1 はたとえば、ビデオ映像を捕らえるためのビデオ・カメラ、受信したビデオ・コンテンツを表示するためのモニタ、および任意にビデオ処理機器を含んでいても良い。オーディオ機器 6 2 は通常、たとえば口頭によるメッセージを捕らえるためのマイクロフォン、および受信したオーディオ・コンテンツを再生するためのラウドスピーカを含んでいる。またオーディオ機器は、さらなるオーディオ処理ユニットを含んでいても良い。テレマティック機器 6 3 は、データ端末、キーボード、電子黒板、または静止画像受信器(たとえばファックス・ユニット)を含んでいても良い。

20

【0099】

ビデオ機器 6 1 は、ビデオ・コーデック 6 5 に結合されている。ビデオ・コーデック 6 5 は、ビデオ・エンコーダおよび対応するビデオ・デコーダを備えており、両方とも本発明により実装されている。このようなエンコーダおよびデコーダを以下で説明する。ビデオ・コーデック 6 5 は、捕らえられたビデオ・データを通信リンク上でさらに送信するのに適切な形式でエンコーディングし、および通信網から受信した圧縮ビデオ・コンテンツをデコーディングする役割を担っている。図 7 に例示した例では、ビデオ・コーデックが、動的に適合可能な補間フィルタを用いることが含まれるように実装されることが想定されている。また前述したように、本発明の方法の実施形態により、ビデオ・コーデックのエンコーダ部分が、補間フィルタ係数値をエンコーディングして、対応するデコーダに送信するように適合されることが、さらに想定されている。同様に、ビデオ・コーデックのデコーダ部分は、本発明の方法の同じ実施形態によりエンコーディングされたフィルタ係数値を受信してデコーディングするように適合される。

30

40

【0100】

端末のオーディオ機器は、図 7 で参照番号 6 6 によって示されるオーディオ・コーデックに結合されている。ビデオ・コーデックと同様に、オーディオ・コーデックは、エンコーダ/デコーダ対を備えている。それは、端末のオーディオ機器によって捕らえられたオーディオ・データを、通信リンク上での送信に適した形式に変換し、またネットワークから受信されたエンコーディングされたオーディオ・データを変換して、たとえば端末のラウドスピーカ上での再生に適した形式に戻す。オーディオ・コーデックの出力は、遅延ブロック 6 7 へ送られる。ここでは、ビデオ・エンコーディング・プロセスで生じた遅延を補償することによって、オーディオおよびビデオ・コンテンツの同期化が保証される。

50

【 0 1 0 1 】

マルチメディア端末のシステム制御ブロック 6 4 では、終端対ネットワーク・シグナリングを適切な制御プロトコル（シグナリング・ブロック 6 8）を用いて制御して、送信および受信端末間の共通の動作モードを確立する。シグナリング・ブロック 6 8 では、送信および受信端末のエンコーディングおよびデコーディング能力に関する情報を交換する。シグナリング・ブロック 6 8 を用いて、ビデオ・エンコーダの種々のコーディング・モードをイネーブルにすることができる。またシステム制御ブロック 6 4 では、データ暗号化を使用することも制御する。データ送信で用いるべき暗号化のタイプに関する情報が、暗号化ブロック 6 9 からマルチプレクサ/デマルチプレクサ（M U X / D M U X ユニット）7 0 へ送られる。

10

【 0 1 0 2 】

マルチメディア端末からのデータ送信の間、M U X / D M U X ユニット 7 0 は、エンコーディングされ同期化されたビデオおよびオーディオ・ストリームを、テレマティック機器 6 3 からのデータ入力および考えられる制御データと組み合わせて、単一のビット・ストリームを形成する。暗号化ブロック 6 9 によって供給される、ビット・ストリームに加えるべきデータ暗号化（もしあれば）のタイプに関する情報を用いて、暗号化モードを選択する。対応して、多重化されおよびおそらく暗号化されるマルチメディア・ビット・ストリームを受信しているときに、M U X / D M U X ユニット 7 0 は、ビット・ストリームを解読して、その構成媒体成分に分解し、それらの成分を適切なコーデックおよび/または端末機器へデコーディングおよび再生のために送る役割を担う。

20

【 0 1 0 3 】

図 8 a は、本発明の好ましい実施形態により実装されるビデオ・エンコーダ 7 0 0 を示す概略的なブロック・ダイアグラムである。図 8 a に示すビデオ・エンコーダの構造は、多くの点で、図 1 に例示した従来技術のビデオ・エンコーダに類似しているが、サブ・ピクセル値の補間と、エンコーディングされたビデオ・ビット・ストリームの形成とに関連する動作を行なうエンコーダ部分に、適切な変更が加えられている。ビデオ・エンコーダ 7 0 0 のほとんどの要素は、前述した従来技術のビデオ・エンコーダ 1 0（図 1 を参照）の対応する要素に類似する方法で、機能し動作する。このような要素の説明は、簡潔にするために省略する。特にビデオ・エンコーダ 7 0 0 は、動き領域推定ブロック 7 1 1、動き領域コーディング・ブロック 7 1 2、動き補償予測ブロック 7 1 3、予測エラー・コーディング・ブロック 7 1 4、予測エラー・デコーディング・ブロック 7 1 5、多重化ブロック 7 1 6、フレーム・メモリ 7 1 7、および加算器 7 1 9 を備えている。また図 8 a に示すように、動き領域推定ブロック 7 1 1 は、差分係数計算ブロック 7 1 0 を含む。差分係数計算ブロック 7 1 0 は、選択したフィルタとベース・フィルタ 7 0 9 との間の差分を計算するために用いられる。

30

【 0 1 0 4 】

次にビデオ・エンコーダ 7 0 0 の動作について、詳細に考察する。従来技術から知られるビデオ・エンコーダと同様に、本発明のこの実施形態によるビデオ・エンコーダ 7 0 0 では、基準フレーム $R_n(x, y)$ に対する動き補償予測を用いて、インター形式でコーディングされているビデオ・フレームを表わすビット・ストリームを生成する。それは、動き補償予測をサブ・ピクセル分解能まで行ない、さらに動的に可変なフィルタ係数値を有する補間フィルタを用いて、動き推定プロセスの間に要求されるサブ・ピクセル値を形成する。

40

【 0 1 0 5 】

ビデオ・エンコーダ 7 0 0 は、ブロックごとのベースで動き補償予測を行ない、動き補償を、サブ・ピクセル分解能まで、各ブロックに対して 2 段階プロセスとして行なう。第 1 段階では、フル・ピクセル分解能を有する動きベクトルを、ブロック・マッチングによって、すなわちコーディングすべき現在の画像ブロックのピクセル値と最もマッチングするピクセル値のブロックを基準フレーム $R_n(x, y)$ 内でサーチすることによって、決定する。ブロック・マッチング動作は、動き領域推定ブロック 7 1 1 によって、フレーム

50

記憶装置 717 と協力して行なわれる。フレーム記憶装置 717 から、基準フレーム $R_n(x, y)$ のピクセル値が回収される。動き補償予測の第 2 段階では、第 1 段階で決定された動きベクトルを精緻化して、所望のサブ・ピクセル分解能にする。これを行なうために、動き領域推定ブロック 711 が、サブ・ピクセル分解能を有する新しいサーチ・ブロックを形成する。これは、現在コーディングされている画像ブロック（図 5 を参照）に対するベスト・マッチングとしてすでに特定された領域において基準フレーム $R_n(x, y)$ のピクセル値を補間することによって、行なわれる。このプロセスの一部として、動き領域推定ブロック 711 が、サブ・ピクセル値の補間に対して最適な補間フィルタを決定する。有利なことは、補間フィルタの係数値が、各画像ブロックのエンコーディングとともに適合されることである。代替的な実施形態においては、補間フィルタの係数を適合させる頻度を少なくしても良い。たとえばフレームごとに一度、またはコーディングすべき新しいビデオ・シーケンスの始まりにおいてである。

【0106】

必要なサブ・ピクセル値を補間して新しいサーチ・ブロックを形成したら、動き領域推定ブロック 711 は、さらにサーチを行なって、新しいサーチ・ブロックの何れかが、フル・ピクセル分解能において当初特定されたベスト・マッチング・ブロックよりも良好なマッチングを、現在の画像ブロックに対して表わすかどうかを決定する。このようにして、動き領域推定ブロック 711 は、現在コーディングされている画像ブロックを表わす動きベクトルが、フル・ピクセル位置を指し示すべきかサブ・ピクセル位置を指し示すべきかを決定する。

【0107】

前述したように、動き領域推定ブロック 711 は、特定された動きベクトルを動き領域コーディング・ブロック 712 に出力し、このブロック 712 では、動きモデルを用いて動きベクトルを見積もる。次に、動き補償予測ブロック 713 は、見積もられた予測エラー情報を用いて、現在の画像ブロックに対する予測を形成する。予測は、その後に、予測エラー・コーディング・ブロック 714 内でコーディングされる。次に、現在の画像ブロックに対するコーディングされた予測エラー情報を、予測エラー・コーディング・ブロック 714 からマルチプレクサ・ブロック 716 へ転送する。またマルチプレクサ・ブロック 716 は、見積もられた動きベクトルについての情報（動き係数の形式）も、動き領域コーディング・ブロック 712 から受信し、同様に、現在の画像ブロックの動き補償予測の間に用いられる最適な補間フィルタについての情報も、動き領域推定ブロック 711 から受信する。本発明のこの実施形態によれば、動き領域推定ブロック 711 は、差分係数計算ブロック 710 により計算された計算結果に基づいて、現在のブロックに対する最適な補間フィルタのフィルタ係数とエンコーダ 700 に格納された所定のベース・フィルタ 709 の係数との間の差分を示す差分値 705 の組を送信する。その後にマルチプレクサ・ブロック 716 は、画像の現在のブロックを表わすエンコーディングされたビット・ストリーム 703 を、動き情報（動き係数）、予測エラー・データ、フィルタ係数差分値、および考えられる制御情報を組み合わせることによって、形成する。種々タイプの情報のそれぞれをエントロピ・コードによってエンコーディングすることを、ビット・ストリーム内に含めてその後に対応するデコーダへ送信する前に、行なっても良い。

【0108】

本発明の代替的な実施形態においては、図 8 b に示すように、動き領域推定ブロック 711 は、最適な補間フィルタのフィルタ係数を示す値 704 の組を、動き領域推定ブロック 711 とマルチプレクサ・ブロック 716 との間に位置する差分係数計算ブロック 710 へ送る。ベース・フィルタ 709 に基づいて、差分係数計算ブロック 710 は、差分値 705 を計算して、マルチプレクサ・ブロック 716 へ送る。

【0109】

他の代替的な実施形態においては、差分係数計算ブロック 710 が、マルチプレクサ・ブロック 716 内に配置されている。この場合、図 8 c に示すように、最適な補間フィルタのフィルタ係数 704 を、動き領域推定ブロック 711 によってマルチプレクサ・プロ

10

20

30

40

50

ック 7 1 6 へ直接送ることができる。

【 0 1 1 0 】

図 9 a は、本発明の好ましい実施形態により実装されるビデオ・デコーダ 8 0 0 のブロック・ダイアグラムであり、図 8 a に例示したビデオ・エンコーダ 7 0 0 に対応している。デコーダ 8 0 0 は、動き補償予測ブロック 7 2 1、予測エラー・デコーディング・ブロック 7 2 2、逆多重化ブロック 7 2 3、およびフレーム・メモリ 8 2 4 を備える。デコーダ 8 0 0 内のほとんどの要素は、従来技術 2 0 (図 2 を参照) 内の対応する要素に類似する仕方で機能および動作する。しかし図 9 a に示したように、本発明のデコーダ 8 0 0 には、フィルタ再構成ブロック 8 1 0 が含まれる。これは、差分値 1 3 0 (図 6 b および図 6 c) および所定のベース・フィルタ 8 0 9 に基づいて、最適な補間フィルタ 1 1 0 (図 6 a を参照) を再構成するものである。所定のベース・フィルタ 8 0 9 は好ましくは、ベース・フィルタ 7 0 9 (図 8 a ~ 8 c) と同一である。

10

【 0 1 1 1 】

次に、ビデオ・デコーダ 8 0 0 の動作を詳細に考察する。デマルチプレクサ 8 2 3 は、エンコーディングされたビット・ストリーム 8 0 3 を受信して、ビット・ストリームを、その構成部分 (動き係数、予測エラー・データ、フィルタ係数差分値、および考えられる制御情報) に分割し、種々のデータ・タイプについて何らかの必要なエントロピ・デコーディングを行なう。デマルチプレクサ 8 2 3 は、受信したビット・ストリーム 8 0 3 から回収した予測エラー情報を、予測エラー・デコーディング・ブロック 8 2 2 へ転送する。また、受信した動き情報も、動き補償予測ブロック 8 2 1 へ転送する。本発明のこの実施形態においては、デマルチプレクサ 8 2 3 は、受信した (およびエントロピ・デコーディングされた) 差分値を、信号 8 0 2 を介して動き補償予測ブロック 8 2 1 へ転送する。その結果、フィルタ再構成ブロック 8 1 0 が、受信した差分値を、デコーダに格納された所定のベース・フィルタ 8 0 9 の係数へ加えることによって、最適な補間フィルタ 1 1 0 (図 6 a を参照) を再構成することができる。その後、動き補償予測ブロック 8 2 1 が、再構成された係数値によって規定されるように、最適な補間フィルタを用いて、現在デコーディングされている画像ブロックに対する予測を構成する。より具体的には、動き補償予測ブロック 8 2 1 は、現在の画像ブロックに対する予測を形成することを、フレーム・メモリ 8 2 4 に格納された基準フレーム $R_n(x, y)$ のピクセル値を回収し、そして必要に応じて、受信した動き情報に従ってピクセル値を補間して、何らかの必要なサブ・ピクセル値を形成することによって、行なう。次に、現在の画像ブロックに対する予測を、対応する予測エラー・データと組み合わせて、当該画像ブロックの再構成を形成する。

20

30

【 0 1 1 2 】

あるいは、図 9 b に示すように、フィルタ再構成ブロック 8 1 0 は、動き補償予測ブロック 8 2 1 の外に配置されている。デマルチプレクサ 8 2 3 から受信した信号 8 0 2 内に含まれる差分値から、フィルタ再構成ブロック 8 1 0 は、最適な補間フィルタを再構成して、再構成フィルタ係数 8 0 5 を動き補償予測ブロック 8 2 1 へ送る。さらに他の代替的な実施形態においては、フィルタ再構成ブロック 8 1 0 が、デマルチプレクサ・ブロック 8 2 3 内に配置されている。デマルチプレクサ・ブロック 8 2 3 は、最適な補間フィルタの再構成された係数を、動き補償予測ブロック 8 2 1 へ転送する。

40

【 0 1 1 3 】

本発明によれば、エンコーダが、所定のベース・フィルタ係数と比較して差をつけてフィルタ係数をコーディングすることによって、デコーダが、差分値に基づいて、最適な補間フィルタを再構成することができる。ベース・フィルタ係数は、エンコーダおよびデコーダの両方に対して既知でなければならず、また良好なコーディング性能をもたらすように、ビデオ・シーケンス内で使用される実際のフィルタに統計的に合理的に近くなければならない。言い換えれば、本発明の方法によれば、特定の係数値の組を有するベース・フィルタを規定した後、ベース・フィルタ係数と、実際に使用される補間フィルタの係数との間の差分をコーディングして、ビデオ・ビット・ストリーム内に含める。このようにして、エンコーディングされたビデオ・ビット・ストリーム内の適合可能な補間フィルタ係

50

数を表わすのに必要な情報量が、適合可能なフィルタ係数のそれぞれを別個にコーディングする方法と比較して低減される。実際に用いられる補間フィルタの係数にベース・フィルタの係数が十分に類似していれば、コーディングすべき差分値は小さい。したがって実際に用いられる補間フィルタに所定のベース・フィルタが統計的に類似しているならば、この場合には、差分値が減りコーディング効率のさらなる改善が得られるために、有利である。

【0114】

ウェディで提案されている差分コーディング方法とは異なり、本発明による方法は、比較的良好なエラー回復を保持している。エンコーディングされたビデオ・ビット・ストリームをエンコーダからデコーダへ送信する間にエラーが生じた場合には、それは、ベース・フィルタと、エラーの影響を受ける実際に用いられる補間フィルタとの間の差分に過ぎない。

10

【0115】

本発明によるマルチメディア端末、ビデオ・エンコーダ、デコーダ、およびビデオ・コーデックの機能要素は、ソフトウェアもしくは専用のハードウェア、または2つの組み合わせとして、実装できることを理解されたい。本発明によるビデオ・エンコーディングおよびデコーディング方法は、本発明の機能ステップを実行するための機械読み取り可能な命令を含むコンピュータ・プログラムの形態での実装に、特に適している。したがって本発明によるエンコーダ、デコーダ、およびビデオ・コーデックを、記憶媒体上に格納されたソフトウェア・コードとして実装して、パーソナル・デスクトップ・コンピュータなどのコンピュータ内で実行することで、そのコンピュータに、ビデオ・エンコーディングおよび/またはデコーディング機能性を持たせても良い。

20

【0116】

特定の実施形態との関連で説明してきたが、これらの教示に対する多くの変更および種々の変形を行なっても良いことが当業者には明らかである。すなわち本発明は特に1つまたは複数の好ましい実施形態に関して図示して説明してきたが、前述したような本発明の範囲および趣旨から逸脱することなく、ある種の変更または変形を行なっても良いことが、当業者によって理解される。

【図面の簡単な説明】

【0117】

30

【図1】従来技術による一般的なビデオ・エンコーダを例示するブロック・ダイアグラムである。

【図2】従来技術による一般的なビデオ・デコーダを例示するブロック・ダイアグラムである。

【図3】ビデオ・エンコーディングで用いるフレームのタイプを例示する概略的な図である。

【図4a】現在のフレーム内のマクロブロックを例示する概略的な図である。

【図4b】ブロック・マッチング用の基準フレームを例示する概略的な図である。

【図4c】現在のフレーム内のマクロブロックの本来の位置の周辺のサーチ領域を例示する概略的な図である。

40

【図5】従来技術によるサブ・ピクセル分解能までの動き推定プロセスを例示する概略的な図である。

【図6a】最適な補間フィルタを例示する概略的な図である。

【図6b】最適な補間をベース・フィルタと差分係数とに分解する様子を例示する概略的な図である。

【図6c】コーディングしてデコーダへ送るべき差分係数を例示する概略的な図である。

【図7】本発明を実施することができるビデオ・エンコーディングおよびデコーディング機器を備える端末装置を例示する例示するブロック・ダイアグラムである。

【図8a】本発明の好ましい実施形態によるビデオ・エンコーダを例示するブロック・ダイアグラムである。

50

【図 8 b】本発明の他の実施形態によるビデオ・エンコーダを例示するブロック・ダイアグラムである。

【図 8 c】本発明のさらに他の実施形態によるビデオ・エンコーダを例示するブロック・ダイアグラムである。

【図 9 a】本発明の好ましい実施形態によるビデオ・デコーダを例示するブロック・ダイアグラムである。

【図 9 b】本発明の他の実施形態によるビデオ・デコーダを例示するブロック・ダイアグラムである。

【図 9 c】本発明のさらに他の実施形態によるビデオ・デコーダを例示するブロック・ダイアグラムである。

10

【圖 1】

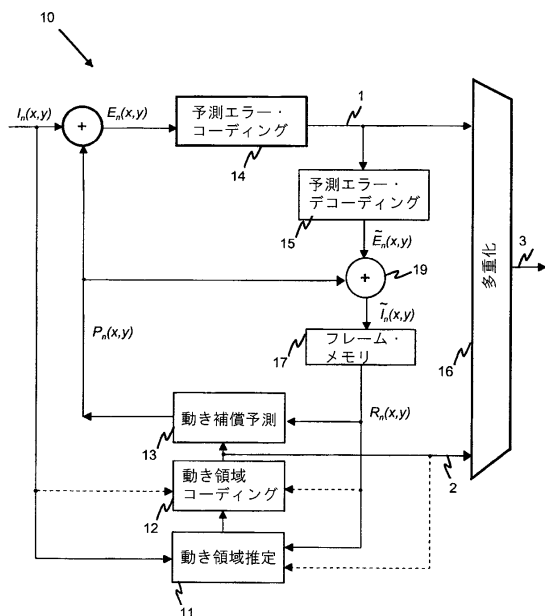


Fig. 1
従来技術

【圖 2】

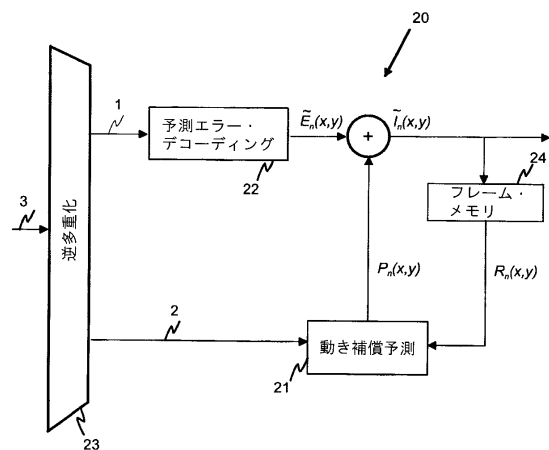


Fig. 2
従来技術

【図 3】

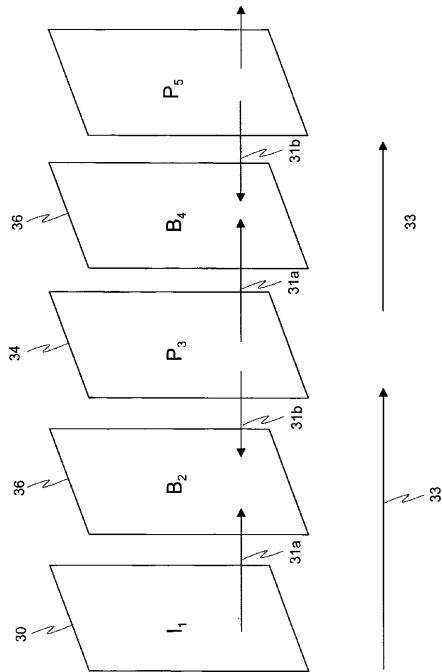


Fig. 3

【図 4 a】

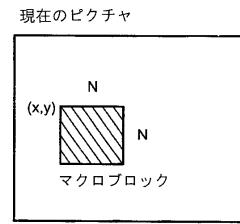


Fig. 4a

【図 4 b】

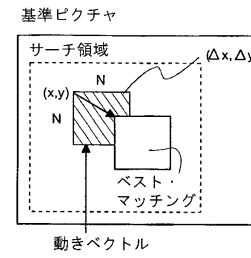


Fig. 4b

【図 4 c】

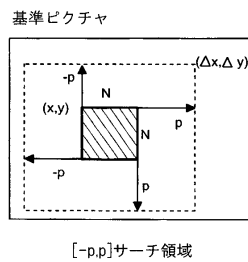


Fig. 4c

【図 5】

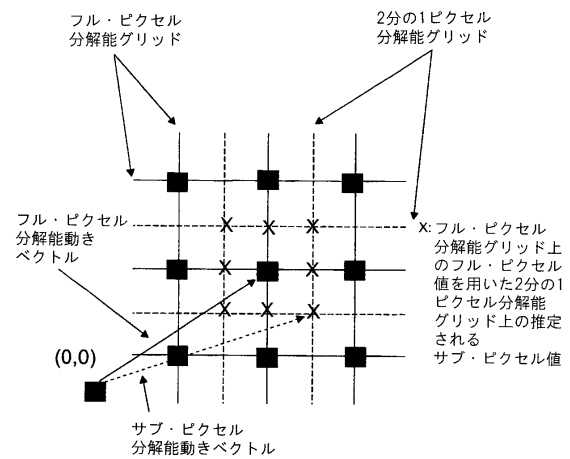


Fig. 5

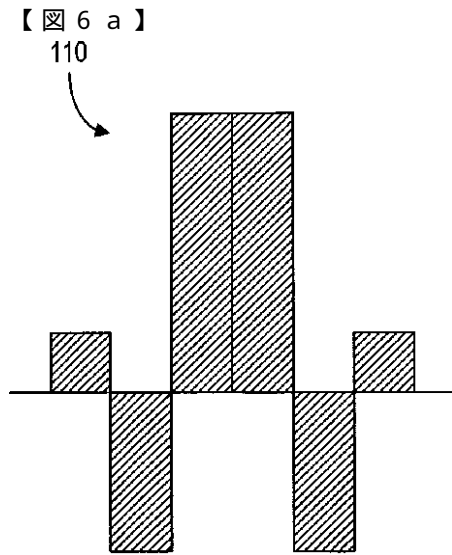


FIG. 6a

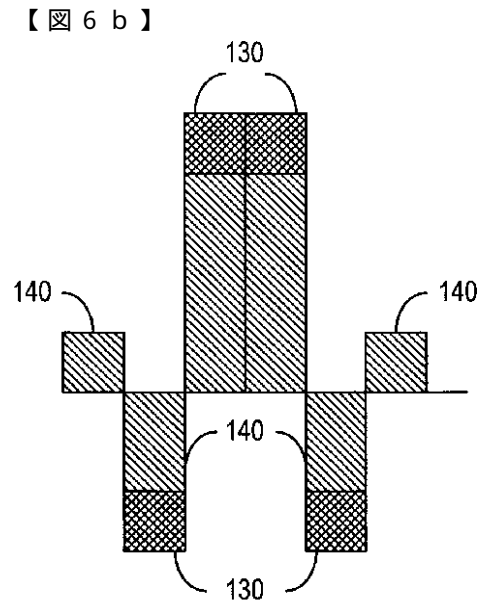


FIG. 6b

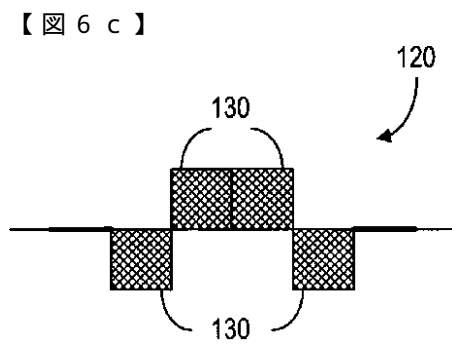


FIG. 6c

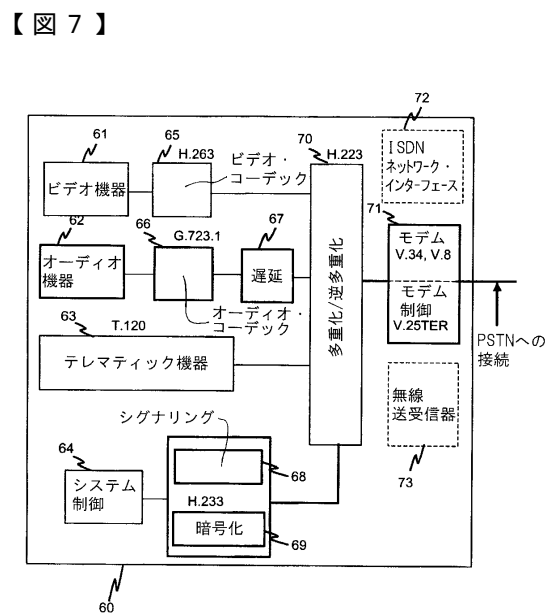


Fig. 7

【 図 8 b 】

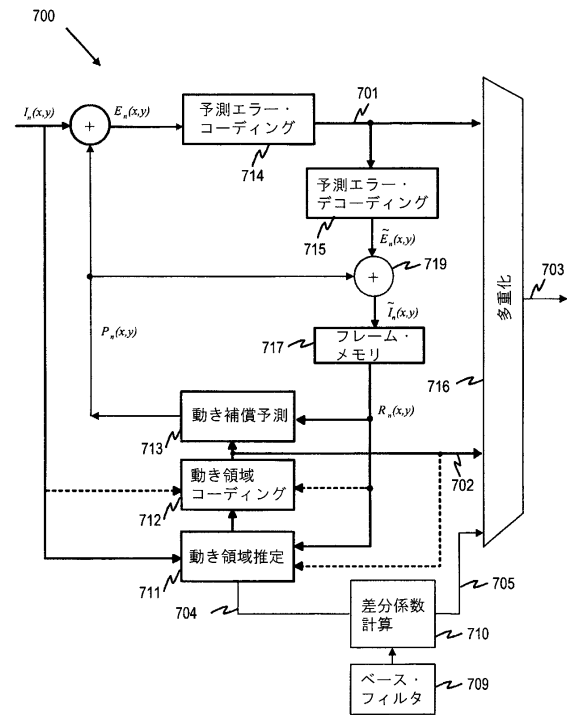


Fig. 8b

【 図 9 a 】

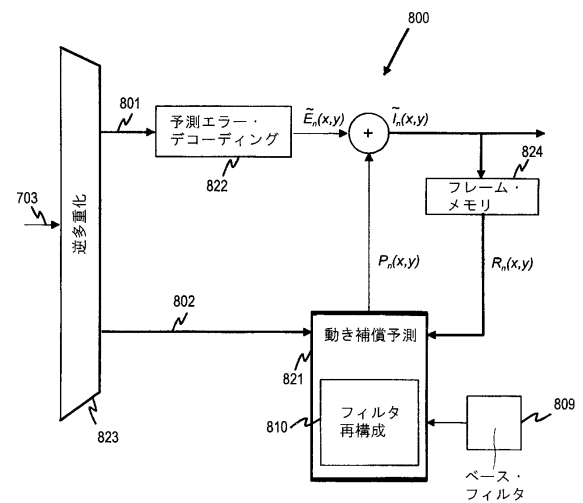


Fig. 9a

【図 9 b】

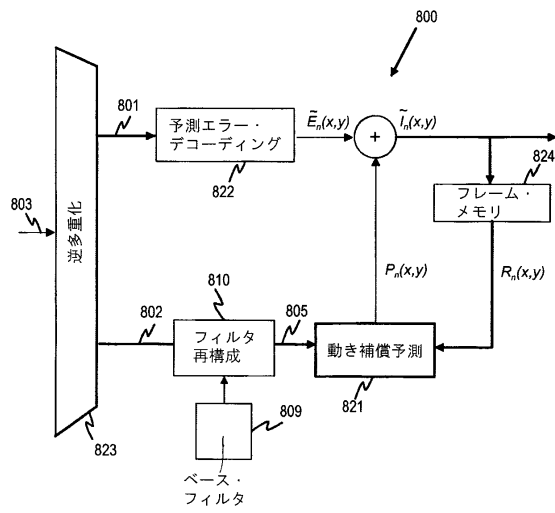


Fig. 9b

【図 9 c】

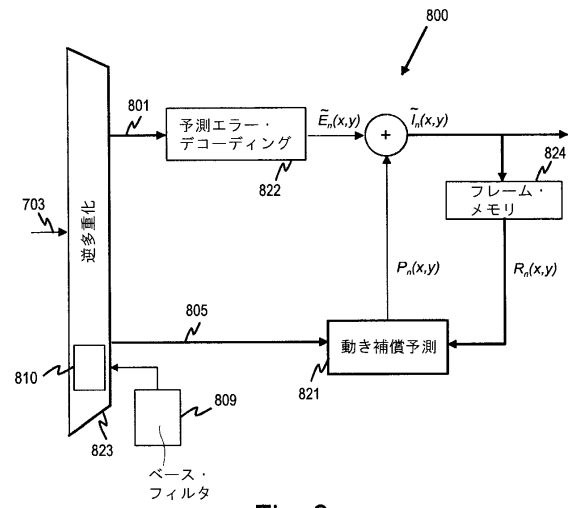


Fig. 9c

フロントページの続き

(72)発明者 レイニマ, ジャニ

アメリカ合衆国, テキサス 75039, アービング, ラブ ドライブ 6219, アパートメン
ト 2226

審査官 坂本 聡生

(56)参考文献 特開平8 - 163561 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 7/24 - 7/68