

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4676450号
(P4676450)

(45) 発行日 平成23年4月27日(2011.4.27)

(24) 登録日 平成23年2月4日(2011.2.4)

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

請求項の数 13 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2007-28606 (P2007-28606)	(73) 特許権者	503260918
(22) 出願日	平成19年2月7日(2007.2.7)		アップル インコーポレイテッド
(62) 分割の表示	特願2005-505120 (P2005-505120) の分割		アメリカ合衆国 95014 カリフォル ニア州 クパチーノ インフィニット ル ープ 1
原出願日	平成15年7月11日(2003.7.11)	(74) 代理人	100076428
(65) 公開番号	特開2007-181227 (P2007-181227A)		弁理士 大塚 康徳
(43) 公開日	平成19年7月12日(2007.7.12)	(74) 代理人	100112508
審査請求日	平成19年2月7日(2007.2.7)		弁理士 高柳 司郎
(31) 優先権主張番号	60/396, 363	(74) 代理人	100115071
(32) 優先日	平成14年7月15日(2002.7.15)		弁理士 大塚 康弘
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100116894
(31) 優先権主張番号	10/291, 320		弁理士 木村 秀二
(32) 優先日	平成14年11月8日(2002.11.8)	(74) 代理人	100130409
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 下山 治
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタルビデオ符号化処理における可変精度ピクチャ間タイミング指定方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ビデオピクチャのシーケンスをエンコードする方法であって、

第 1 ビデオピクチャ、第 2 ビデオピクチャ及び第 3 ビデオピクチャを符号化することと

、
前記第 1 ビデオピクチャのための第 1 順序値、第 2 ビデオピクチャのための第 2 順序値
および第 3 ビデオピクチャのための第 3 順序値を符号化することであって、前記第 1、第
2、第 3 の順序値は第 1 順序差値と第 2 順序差値に基づく特定値を計算するためのもので
あり、(i) 該第 1 順序差値は第 3 ビデオピクチャの第 3 順序値と第 1 ビデオピクチャの
第 1 順序値との差を表し、(i i) 前記第 2 順序差値は第 2 ビデオピクチャの第 2 順序値
と第 1 ビデオピクチャの第 1 順序値との差を表し、前記特定値は前記第 1 順序差値に反比
例するとともに前記第 2 順序差値に比例し、かつ第 3 ビデオピクチャと第 1 ビデオピク
チャとの間の動きベクトルである第 3 ビデオピクチャの動きベクトルに基づいて、第 2 ビ
デオピクチャと第 1 ビデオピクチャとの間の動きベクトルである第 2 ビデオピクチャの動き
ベクトルを計算するためのものである、順序値を符号化することと、

前記符号化された第 1、第 2、第 3 ビデオピクチャおよび前記符号化された第 1、第 2
、第 3 順序値をビットストリームの中に記憶すること

とを含み、

前記第 1 ビデオピクチャ、前記第 2 ビデオピクチャ及び前記第 3 ビデオピクチャを符号
化することは、

前記第 2 ビデオピクチャを符号化するために、計算された前記第 2 ビデオピクチャの前記動きベクトルを使用することと、

少なくとも 1 つの順方向型の予測マクロブロックを含むが双方向型の予測マクロブロックを含まない P ビデオピクチャとして前記第 2 ビデオピクチャを符号化することと、

少なくとも 1 つの双方向型の予測マクロブロックを含む B ビデオピクチャとして前記第 3 ビデオピクチャを符号化すること

とを含む方法。

【請求項 2】

特定値が、時間値を表す請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

特定値が、時間値を表すものではない請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

ビデオピクチャの前記シーケンスが、前記ビデオピクチャを表示するためのシーケンスである請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記動きベクトルを計算することが、前記第 3 ビデオピクチャの前記動きベクトルに基づく内挿演算を実行することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記動きベクトルを計算することが、前記第 3 ビデオピクチャの前記動きベクトルに基づく外挿演算を実行することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 1 ビデオピクチャが、順方向型の予測マクロブロック及び双方向型の予測マクロブロックを含まない I ビデオピクチャとして符号化される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 1、第 2 および第 3 の順序値を符号化することが、一様ではない順序値のシーケンスを符号化することを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

特定値が、可変長符号化処理を用いて符号化される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

特定値が、算術符号化処理を用いて符号化される請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

少なくとも一つのプロセッサによって実行されたときに、該プロセッサに、

第 1 ビデオピクチャ、第 2 ビデオピクチャ及び第 3 ビデオピクチャを符号化することと

、
前記第 1 ビデオピクチャのための第 1 順序値、第 2 ビデオピクチャのための第 2 順序値および第 3 ビデオピクチャのための第 3 順序値を符号化することであって、前記第 1、第 2、第 3 の順序値は第 1 順序差値と第 2 順序差値に基づく特定値を計算するためのものであり、(i) 該第 1 順序差値は第 3 ビデオピクチャの第 3 順序値と第 1 ビデオピクチャの第 1 順序値との差を表し、(i i) 前記第 2 順序差値は第 2 ビデオピクチャの第 2 順序値と第 1 ビデオピクチャの第 1 順序値との差を表し、前記特定値は前記第 1 順序差値に反比例するとともに前記第 2 順序差値に比例し、かつ第 3 ビデオピクチャと第 1 ビデオピクチャとの間の動きベクトルである第 3 ビデオピクチャの動きベクトルに基づいて、第 2 ビデオピクチャと第 1 ビデオピクチャとの間の動きベクトルである第 2 ビデオピクチャの動きベクトルを計算するためのものである、該符号化することと、

前記符号化された第 1、第 2、第 3 ビデオピクチャおよび前記符号化された第 1、第 2、第 3 順序値をビットストリームの中に記憶すること

とを行わせるコンピュータ・プログラムを格納したコンピュータ読み込み可能な記憶媒体であって、

前記第 1 ビデオピクチャ、前記第 2 ビデオピクチャ及び前記第 3 ビデオピクチャを符号化することは、

10

20

30

40

50

前記第2ビデオピクチャを符号化するために、計算された前記第2ビデオピクチャの前記動きベクトルを使用することと、

少なくとも1つの順方向型の予測マクロブロックを含むが双方向型の予測マクロブロックを含まないPビデオピクチャとして前記第2ビデオピクチャを符号化することと、

少なくとも1つの双方向型の予測マクロブロックを含むBビデオピクチャとして前記第3ビデオピクチャを符号化すること

とを含むコンピュータ読み込み可能な記憶媒体。

【請求項12】

特定値が、時間値を表す請求項11に記載のコンピュータ読み込み可能な記憶媒体。

【請求項13】

特定値が、時間値を表すものではない請求項11に記載のコンピュータ読み込み可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はマルチメディア圧縮システムの分野に関連している。特に、本発明は可変精度のピクチャ間タイミングを指定する方法及び装置を開示する。

【背景技術】

【0002】

デジタル式の電子媒体フォーマットはついに、アナログ式の電子媒体フォーマットに取って代わるところまで来ている。デジタルコンパクトディスク(CD)はずっと以前にアナログ式のビニール製記録媒体に取って代わっている。アナログ式の磁気カセットテープは益々に減少してきている。第2及び第3世代のデジタルオーディオシステム(例えばミニディスクやMP3(MPEGオーディオのレイヤ3)は今日では、第1世代のデジタルオーディオフォーマットのコンパクトディスクに代わって市場を支配しつつある。

ビデオ媒体は、オーディオに比べゆっくりとデジタル記録及び伝送フォーマットに移行している。その大きな理由はデジタルフォーマットで正確にビデオ(画像)を表現するためには膨大な量のデジタル情報が必要だからである。ビデオを正確に表現・表示するために膨大な量のデジタル情報が必要であるということは、非常に大容量のデジタル記録システムと高帯域伝送システムが必要であることを意味する。

【0003】

しかし、ビデオは現在、急速にデジタル記録及び伝送フォーマットに移行している。より早いコンピュータプロセッサ、高密度記録システム、並びに、新しい高効率圧縮及び符号化アルゴリズムにより、デジタルビデオの価格は一般消費者が購入できるレベルになった。デジタルビデオシステムであるDVDは近年最もハイスピードで消費者に売れた電子製品の1つである。DVDは、高い画像品質、とても優れた音声品質、利便性及び付加的な機能を有しているので、予め記録されているビデオを再生するシステムとして選択されるようになり、急速にビデオカセットレコーダ(VCR)に取って代わってきた。旧式のアナログNTSC(米国のNational Television Standards Committee)ビデオ伝送システムは現在、デジタルATSC(Advanced Television Standards Committee)ビデオ伝送システムにその地位を奪われつつある。

【0004】

コンピュータシステムは長年、色々な種類のデジタルビデオ符号化フォーマットを使用してきた。コンピュータシステムにより使用されてきた最良のデジタルビデオ圧縮及び符号化システムの中で、MPEG(Motion Pictures Expert Group)として一般に知られているものによりサポートされているデジタルビデオシステムがある。MPEGの3つの最も良く知られ且つ広く使用されているデジタルビデオフォーマットはMPEG-1、MPEG-2及びMPEG-4と称されている。ビデオCD(VCD)や初期の一般向けデジタルビデオ編集システムは初期のMPEG-1形式のデジタルビデオ符号化フォーマットを使用していた。DVDやディッシュネットワーク(Dish

10

20

30

40

50

Network)の直接放送衛星(DBS)テレビ放送システムは、より高い品質のMPEG-2形式のデジタルビデオ圧縮及び符号化システムを使用している。MPEG-4の符号化システムは最新のコンピュータを用いたデジタルビデオエンコーダやこれに付随するデジタルビデオプレーヤに用いられることが多くなった。

【0005】

MPEG-2形式やMPEG-4形式では、一連のビデオフレームまたはビデオフィールドを圧縮し、圧縮したフレームやフィールドをデジタルビットストリームに符号化している。ビデオフレームやフィールドをMPEG-2やMPEG-4形式で符号化する場合、ビデオフレームやフィールドを複数のマクロブロックからなる長方形グリッドに分割される。各マクロブロックは独立して圧縮及び符号化される。

10

【0006】

ビデオフレームやフィールドを圧縮するときは、MPEG-4形式では、フレームやフィールドを1つタイプ(3つのタイプのうちの1つ)の圧縮フレームまたはフィールドに圧縮する。3つのタイプとは、Iフレーム、順方向型のPフレーム及び双方向型のBフレームである。Iフレームは独立したビデオフレームを、他のビデオフレームを参照することなく、完全に独立に符号化する。Pフレームは前に表示されたビデオフレームを参照しながらビデオフレームを決める。Bフレームは現在のフレームの前に表示された(過去の)ビデオフレームと現在のフレームの後に表示される(未来の)ビデオフレームとを参照しながらビデオフレームを決める。PフレームとBフレームは、ビデオ情報の冗長性を効率良く使用しているため、通常、最も良い圧縮を行うことができる。

20

【発明の開示】

【0007】

本明細書には、デジタルビデオ符号化処理における可変精度ピクチャ間タイミングを指定する方法と装置が開示されている。特に本発明は近傍のビデオピクチャ同士の相対的タイミングを非常に効率良い手法で符号化することができるシステムを開示している。1つの実施例では、現在のビデオピクチャと近傍のビデオピクチャとの表示時間差が決められる。この表示時間差はその後、ビデオピクチャのデジタル表示に符号化される。好ましい実施例では、上記近傍のビデオピクチャは、直前に伝送された記録ピクチャである。

符号化の効率アップのために、表示時間差は可変長符号化システムまたは算術符号化処理を使用して符号化されてもよい。別の実施例では、表示時間差は伝送ビット数を減ずるために2のべき乗として符号化される。

30

本発明のその他の目的、特徴及び利点・効果は添付図面と以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【0008】

図面の簡単な説明

本発明の目的、特徴及び利点は、当事者であれば下記の詳細な説明から理解できるであろう。以下の詳細な説明において、

図1はデジタルビデオエンコーダシステムの1例を示すハイレベルブロック図であり、図2はピクチャ表示順に並べた一連のビデオピクチャを示しており、ピクチャとピクチャをつなぐ矢印は動き補償を使用した場合のピクチャ同士の従属性を表現しており、図3は図2のビデオピクチャを好ましいピクチャ伝送順に並べた状態を示しており、ピクチャとピクチャをつなぐ矢印は動き補償を使用した場合のピクチャ同士の従属性を表現しており、

40

図4は互いに参照し合うビデオピクチャ同士の距離が2のべき乗で設定された場合のビデオピクチャを示している。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

ここでは、マルチメディア圧縮及び符号化システムにおける可変精度ピクチャ間タイミングの指定方法及び装置が開示される。以下の詳細な説明において、本発明の理解のために

50

特定の用語等が使用されている。しかし、当事者であれば、下記の特定の形式、数値等は本発明の実施に必ずしも必須のものでないことは理解できるであろう。例えば、本発明は M P E G - 4 形式のマルチメディア圧縮及び符号化システムに関連して説明されているが、同様な技術は容易に他の形式の圧縮及び符号化システムに適用することができる。

【 0 0 1 0 】

マルチメディア圧縮及び符号化処理の概要

図 1 は典型的なデジタルビデオエンコーダ 1 0 0 のハイレベルブロック図であり、当該技術分野では周知のものである。デジタルビデオエンコーダ 1 0 0 は、入力ビデオフレームストリーム 1 0 5 をブロック図の左において受信する。各ビデオフレームは離散コサイン変換 (D C T) ユニット 1 1 0 により処理される。フレームは独立して処理されてもよいし (イントラフレーム符号化処理)、動き補償ユニットから受信される他のフレームからの情報を参照して処理されてもよい (インターフレーム符号化処理)。次に、量子化 (Q) ユニット 1 2 0 が D C T ユニット 1 1 0 から情報を量子化する。最後に、量子化されたビデオフレームが、エントロピーエンコーダ (H) ユニット 1 8 0 により符号化され、符号化されたビットストリームを生成する。エントロピーエンコーダユニット 1 8 0 は可変長符号化 (V L C) システムを使用してもよい。

10

【 0 0 1 1 】

インターフレーム符号化処理されたビデオフレームは他の近傍ビデオフレームを参照して決められるので、デジタルビデオエンコーダ 1 0 0 は、インターフレームを符号化できるように、デコードされた各フレームがデジタルビデオデコーダの中でどのように現れるかのコピーを作る必要がある。従って、デジタルビデオエンコーダ 1 0 0 の下部は実際にはデジタルビデオデコーダシステムである。つまり、逆量子化 (Q^{-1}) ユニット 1 3 0 がビデオフレーム情報の量子化結果の逆数を作り、逆 D C T ($D C T^{-1}$) ユニット 1 4 0 がビデオフレーム情報の離散コサイン変換値の逆数を作る。全ての離散コサイン変換係数が i D C T から復元された後、動き圧縮ユニットがこの情報を動きベクトルと共に使用して、符号化フレームを復元する。復元された符号化フレームは、次のフレームの動き予測の参照フレームとして使用される。

20

【 0 0 1 2 】

次に、デコードされたビデオフレームはインターフレーム (P フレームまたは B フレーム) を符号化するのに用いられる。インターフレームはデコードされたビデオフレームの情報に対応して決められる。つまり、動き補償 (M C) ユニット 1 5 0 と動き予測 (M E) ユニット 1 6 0 は、動きベクトルを決定し、差分値を生成するのに使用される。動きベクトルと差分値は、インターフレームを符号化する際に用いられる。

30

【 0 0 1 3 】

レートコントローラ 1 9 0 はデジタルビデオエンコーダ 1 0 0 の多くの部品から情報を受け取り、当該情報を用いて各ビデオフレームにビット量を割り当てる。レートコントローラ 1 9 0 は、所定の規制に合った最高品質のデジタルビデオビットストリームが生成されるようにビット量を割り当てなければならない。つまり、レートコントローラ 1 9 0 は、バッファにオーバーフロー (格納できる量を超えた情報を伝送することによりデコーダのメモリの許容量を超えること) を起こさせることなく、あるいは、バッファにアンダーフロー (デコーダに表示ビデオフレームが不足してしまうような遅い速度でビデオフレームを伝送すること) を起こさせることなく、最高品質の圧縮ビデオストリームを生成しようとする。

40

【 0 0 1 4 】

マルチメディア圧縮及び符号化処理の概要

幾つかのビデオ信号では、連続するビデオピクチャ (フレームまたはフィールド) の間の時間は一定ではない (尚、本明細書では、ビデオピクチャという用語をビデオフレームまたはビデオフィールドの意味で使用している)。例えば、幾つかのビデオピクチャは伝送帯域制限により欠落させられる場合がある。また、ビデオタイミングも、カメラの不均一性のため、あるいは、スローモーションやファーストモーション等の特殊な処理のため

50

に、一定ではない。幾つかのビデオストリームでは、もとのビデオソースが不均一なピクチャ間時間を単に設計上の理由で有している場合もある。例えば、コンピュータグラフィックアニメーション等の合成ビデオは、不均一なタイミングを有している。なぜなら、均一なビデオ記録システム（例えば、ビデオカメラシステム）では任意のビデオタイミングを作ることができないからである。フレキシブルなデジタルビデオ符号化システムは不均一なタイミングで処理を行うことができないからである。

多くのデジタルビデオ符号化システムはビデオピクチャを複数のマクロブロックからなる長方形グリッドに分割する。ビデオピクチャの各マクロブロックは独立して圧縮され符号化される。幾つかの実施例では、マクロブロックのサブブロック（画素ブロックとして知られている）が用いられる。このような画素ブロックはそれ自身の動きベクトル（内挿されたもの）を有することもある。本発明の教示はマクロブロックと画素ブロックに等しく適用できるが、この明細書ではマクロブロックについて説明をする。

【0015】

幾つかのビデオ符号化標準（例えば、ISOのMPEG標準やITUのH.264標準）は異なるタイプの予測マクロブロックを使用してビデオピクチャを符号化している。一例を挙げると、マクロブロックは以下の3つのタイプのうちの1つになる。

1. Iマクロブロック。イントラ（I）マクロブロックが符号化処理の際に他のビデオピクチャからの情報を全く使用しない。これは、完全な自己定義型である。

2. Pマクロブロック。順方向型の予測（P）マクロブロックが1つの前のビデオピクチャからのピクチャ情報を参照する。

3. Bマクロブロック。双方向型の予測（B）マクロブロックが1つの前の（過去の）ピクチャと1つの後の（未来の）ビデオピクチャからの情報を使用する。

【0016】

もしビデオピクチャの全てのマクロブロックがイントラマクロブロック（Iマクロブロック）であれば、ビデオピクチャはイントラフレーム（Iフレーム）である。もしビデオピクチャが順方向の予測マクロブロック（つまり、イントラマクロブロック）しか含まないなら、このビデオピクチャはPフレームとして知られているものである。もしビデオピクチャが双方向の予測マクロブロックを含むなら、このビデオピクチャはBフレームとして知られているものである。説明を簡単にするために、この明細書ではピクチャ内の全てのマクロブロックが同じタイプである場合を考える。

符号化されるビデオピクチャのシーケンスの一例は以下のようになる。

$I_1 B_2 B_3 B_4 P_5 B_6 B_7 B_8 B_9 P_{10} B_{11} B_{12} B_{13} I_{14} \dots$

ここで、I、P及びBという文字は、ビデオピクチャがIフレーム、Pフレーム及びBフレームであることを意味し、数字はビデオピクチャシーケンスのビデオピクチャのカメラ順序を示す。カメラ順序とは、カメラがビデオピクチャを記録する順であり、従って、ビデオピクチャが表示されるべき順序（表示順）でもある。

【0017】

上記した一連のビデオピクチャの例が図2に図式的に示されている。図2では、記録ピクチャ（この例ではIフレームまたはPフレーム）からのマクロブロックを他のピクチャの動き補償予測に使用することを矢印で示している。

図2の場合、他のピクチャからの情報はイントラフレームビデオピクチャI1を符号化する際に全く使用されていない。ビデオピクチャP5が、前のビデオピクチャI1からのビデオ情報を符号化の際に使用しているPフレームであり、矢印がビデオピクチャI1からビデオピクチャP5に延びている。ビデオピクチャB2、ビデオピクチャB3及びビデオピクチャB4は全て、符号化の際、ビデオピクチャI1とビデオピクチャP5からの情報を使用しており、矢印はビデオピクチャI1とビデオピクチャP5からビデオピクチャB2、ビデオピクチャB3及びビデオピクチャB4にそれぞれ延びている。上述したように、ピクチャ間時間は一般に同一ではない。

Bピクチャは未来のピクチャ（後で表示されるピクチャ）からの情報を使用しているので、伝送順序は通常、表示順序と異なる。つまり、他のビデオピクチャを構成するのに必

10

20

30

40

50

要なビデオピクチャがまず伝送されなければならない。上記したシーケンスについて言えば、伝送順は以下のようになるだろう。

$I_1 P_5 B_2 B_3 B_4 P_{10} B_6 B_7 B_8 B_9 P_{12} B_{11} I_{14} B_{13} \dots$

【 0 0 1 8 】

図 3 は図 2 からのビデオピクチャの上記伝送順を模式的に示した図である。ここでも、図中の矢印は記録ビデオピクチャ（この例では I フレームまたは P フレーム）からのマクロブロックが他のビデオピクチャの動き補償予測に使用されていることを表している。

図 3 に示されるように、このシステムはまず、他のフレームに依存していない I フレーム I 1 を伝送する。次に、このシステムは、ビデオピクチャ I 1 に依存する P フレームビデオピクチャ P 5 を伝送する。ビデオピクチャ B 2 はビデオピクチャ P 5 の前に表示されるものであるが、このシステムは、ビデオピクチャ P 5 の後に B フレームビデオピクチャ B 2 を伝送する。その理由は、B 2 をデコードする時がきたとき、デコーダは、ビデオピクチャ B 2 をデコードするのに必要なビデオピクチャ I 1 と P 5 の中の情報をすでに受信して格納していることになるからである。同様に、ビデオピクチャ I 1 と P 5 を使用して次のビデオピクチャ B 3 とビデオピクチャ B 4 をデコードする準備ができてことになる。レシーバ兼デコーダは、適正な表示ができるようにビデオピクチャシーケンスを記録する。この動作において、I ピクチャ及び P ピクチャはしばしば記録ピクチャ (stored picture) と称される。

【 0 0 1 9 】

P フレームピクチャの符号化は通常、動き補償を使用し、動きベクトルがピクチャの各マクロブロックについて計算される。計算された動きベクトルを用いて、上記前のピクチャ中の画素を移動させることにより予測マクロブロック (P マクロブロック) を作ることができる。P フレームピクチャの実際のマクロブロックと予測マクロブロックとの差が、符号化されて伝送される。

各動きベクトルも、予測符号化処理により伝送してもよい。例えば、動きベクトル予測は、近傍の動きベクトルを使用して行ってもよい。この場合、実際の動きベクトルと予測動きベクトルの差が、符号化されて伝送される。

【 0 0 2 0 】

各 B マクロブロックは 2 つの動きベクトルを使用する。1 つは上記前のビデオピクチャを参照する第 1 動きベクトルであり、もう 1 つは後の (未来の) ビデオピクチャを参照する第 2 動きベクトルである。これら 2 つの動きベクトルから、2 つの予測マクロブロックが計算される。そして 2 つの予測マクロブロックは所定の関数を利用して組み合わせられ、最終的な予測マクロブロックが作られる。上記したように、B フレームピクチャの実際のマクロブロックと最終的な予測マクロブロックの差が符号化されて伝送される。

【 0 0 2 1 】

P マクロブロックの場合と同じように、B マクロブロックの各動きベクトル (MV) を、予測符号化処理により伝送してもよい。つまり、この場合、予測動きベクトルは、近傍の動きベクトルを使用して形成される。そして、実際の動きベクトルと予測動きベクトルの差が符号化されて伝送される。

しかし、B マクロブロックの場合、最も近い記録ピクチャマクロブロックの動きベクトルから動きベクトルを内挿する機会がある。このような内挿は、デジタルビデオエンコーダとデジタルビデオデコーダの双方で実行される。

この動きベクトル内挿は、カメラが静止背景にゆっくり近づいたり遠のいたりするときのビデオシーケンスのビデオピクチャに非常に有効である。事実、このような動きベクトル内挿はそれ単独で利用してもよいくらいである。つまり、これは、内挿を使用して符号化される上記 B マクロブロック動きベクトルに関して、差分情報を計算したり伝送したりする必要が無いことを意味する。

【 0 0 2 2 】

次の説明に進むために、上記の場合、ピクチャ i とピクチャ j の間のピクチャ間表示時

間を $D_{i,j}$ と表現する。つまり、ピクチャの表示時間（時刻）が T_i と T_j であるとする
と、以下ようになる。

$$D_{i,j} = T_i - T_j$$

これから以下の式が導き出せる。

$$D_{i,k} = D_{i,j} + D_{j,k}$$

$$D_{i,k} = -D_{k,i}$$

但し、 $D_{i,j}$ は負の値であるときもある。

よって、もし $MV_{5,1}$ が I 1 を参照する P 5 マクロブロックの動きベクトルであるならば、B 2、B 3 及び B 4 の対応マクロブロックについては、I 1 と P 5 を参照する動きベクトルはそれぞれ以下のように内挿される。

$$MV_{2,1} = MV_{5,1} * D_{2,1} / D_{5,1}$$

$$MV_{5,2} = MV_{5,1} * D_{5,2} / D_{5,1}$$

$$MV_{3,1} = MV_{5,1} * D_{3,1} / D_{5,1}$$

$$MV_{5,3} = MV_{5,1} * D_{5,3} / D_{5,1}$$

$$MV_{4,1} = MV_{5,1} * D_{4,1} / D_{5,1}$$

$$MV_{5,4} = MV_{5,1} * D_{5,4} / D_{5,1}$$

尚、表示時間の比率が動きベクトル予測に使用されているので、表示時間の絶対値は不要である。よって、相対的な表示時間を $D_{i,j}$ 表示時間値に使用することができる。

【 0 0 2 3 】

このようなモデル（筋書き）を、例えば H . 2 6 4 標準で一般化することができる。一般化する場合、P ピクチャまたは B ピクチャは前に伝送されてきたピクチャをその動きベクトル予測に使用してもよい。従って、上記の場合、ピクチャ B 3 はピクチャ I 1 とピクチャ B 2 をその予測に使用してもよい。さらに、動きベクトルは外挿されてもよい（内挿に限定されない）。この場合、以下ようになる。

$$MV_{3,1} = MV_{2,1} * D_{3,1} / D_{2,1}$$

このような動きベクトル外挿（または内挿）を、動きベクトルの予測符号化のための予測プロセスに使用してもよい。

【 0 0 2 4 】

いずれせよ、ピクチャ間時間が不均一な場合の問題は、 $D_{i,j}$ の相対的な表示時間値をレシーバに伝送することであり、これが本発明の中心課題である。本発明の 1 つの実施例では、第 1 ピクチャ後の各ピクチャについて（毎に）、現在のピクチャと直前に伝送された記録ピクチャとの表示時間差が伝送される。エラー耐性のために、伝送はピクチャ内で数回繰り返し行われることもある（例えば、H . 2 6 4 標準または M P E G のいわゆるスライスヘッダで）。もし全てのスライスヘッダがなくなったならば、多分、情報を復号するためになくなったピクチャに依存する他のピクチャも、復号することができなくなるだろう。

従って、上記の場合、以下のものを伝送する。

$$D_{5,1} D_{2,5} D_{3,5} D_{4,5} D_{10,5} D_{6,10} D_{7,10} D_{8,10} D_{9,10} D_{12,10} D_{11,12} D_{14,12} D_{13,14} \dots$$

【 0 0 2 5 】

動きベクトル予想のための $D_{i,j}$ の精度条件はピクチャにより異なる。例えば、2 つの P フレームピクチャ P 5 と P 7 の間に 1 つの B フレームピクチャ B 6 しかない場合、以下のものをだけを伝送すれば十分である。

$$D_{7,5} = 2 \quad \text{と} \quad D_{6,7} = -1$$

ここで、 $D_{i,j}$ 表示時間値は相対的な時間値である。もしそうではなく、ビデオピクチャ B 6 がビデオピクチャ P 5 とビデオピクチャ P 7 の距離の 1 / 4 しか離れていなければ、伝送すべき適切な $D_{i,j}$ 表示時間値は以下ようになる。

$$D_{7,5} = 4 \quad \text{と} \quad D_{6,7} = -1$$

尚、上記した2つの事例では、ビデオピクチャB6とビデオピクチャP7の間の表示時間が表示時間の1単位(1表示時間単位)とし使用され、ビデオピクチャP5とビデオピクチャP7の間の表示時間差は4表示時間単位になる。

【0026】

一般に、除数が2のべき乗であるなら、動きベクトル予想はあまり複雑にはならない。このことは、図4に示されるように2つの記録ピクチャの間の $D_{i,j}$ (ピクチャ間時間)が2のべき乗とされるなら、本明細書の実施例で容易に達成できる。あるいは、予測の手法として、全ての除数を2のべき乗に切り捨てたり、切り上げたりしてもよい。

ピクチャ間時間が2のべき乗である場合、もしピクチャ間時間の全ての値の代わりに2の整数乗の値(べき数)だけが伝送されるとしたら、データビットの数を減らすことができる。図4はピクチャ同士の間隔が2のべき乗とされた場合を図式的に示している。この場合、ビデオピクチャP1とビデオピクチャP3の間の $D_{3,1}$ 表示時間値の2は1として伝送され(なぜなら $2^1 = 2$)、ビデオピクチャP7とビデオピクチャP3の間の $D_{7,3}$ 表示時間値の4は2として伝送される(なぜなら $2^2 = 4$)。

【0027】

条件によっては、動きベクトル内挿は使用されない。しかし、ビデオピクチャの表示順をレシーバ・プレーヤシステムに伝送して、レシーバ・プレーヤシステムがビデオピクチャを適正な順序で表示できるようにする必要がある。この場合、実際の表示時間に拘わらず、 $D_{i,j}$ としては単純な有符号整数値で十分である。幾つかの応用例では、符号だけでも十分である。

ピクチャ間時間 $D_{i,j}$ は単に、単純な符号付整数値として伝送されることもある。しかし、多くの方法を利用して $D_{i,j}$ 値を符号化して更なる圧縮をしてもよい。例えば、可変符号長を伴う符号ビットは比較的簡単に実行でき、符号化効率も良い。

【0028】

そのような可変長符号化システムの一例がUVLC(universal variable length code)として知られている。UVLC可変長符号化システムは下記のコード語により示される。

1	=	1
2	=	0 1 0
3	=	0 1 1
4	=	0 0 1 0 0
5	=	0 0 1 0 1
6	=	0 0 1 1 0
7	=	0 0 1 1 1
8	=	0 0 0 1 0 0 0

ピクチャ間時間を符号化する別の方法としては、算術符号化処理を利用するものがある。典型的には、算術符号化処理は条件付確率を用いてデータビットを非常に高い圧縮度で圧縮する。

【0029】

従って、本発明は、ピクチャ間表示時間を符号化して伝送するシンプルだがパワフルな方法を提案・提供している。ピクチャ間表示時間の符号化は、可変長符号化または算術符号化を使用することにより非常に効率的に行うことができる。さらに、所望の精度を選択することができる、ビデオデコーダの要求に応えられるようにすることができる。

上述の記載においては、マルチメディア圧縮及び符号化システムにおける可変精度ピクチャ間時間指定システムを説明した。尚、当事者であれば、本発明の範囲から離れることなく、本発明の構成要素の材料や構成等に変更を為すことができるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0030】

10

20

30

40

50

【図1】デジタルビデオエンコーダシステムの1例を示すハイレベルブロック図である。
 【図2】ピクチャ表示順に並べた一連のビデオピクチャを示しており、ピクチャとピクチャをつなぐ矢印は動き補償を使用した場合のピクチャ同士の従属性を表現している。
 【図3】図2のビデオピクチャを好ましいピクチャ伝送順に並べた状態を示しており、ピクチャとピクチャをつなぐ矢印は動き補償を使用した場合のピクチャ同士の従属性を表現している。
 【図4】互いに参照し合うビデオピクチャ同士の距離が2のべき乗で設定された場合のビデオピクチャを示している。

【符号の説明】

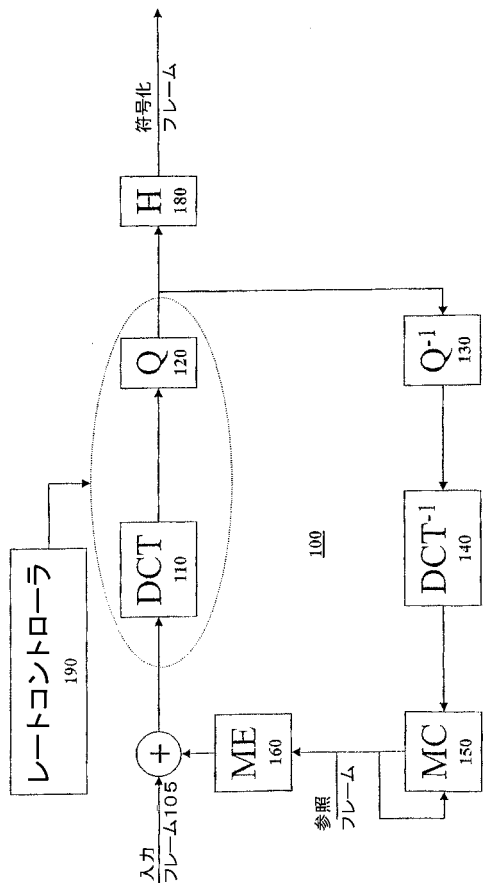
【0031】

- 100 デジタルビデオエンコーダ
- 105 入力ビデオフレームストリーム
- 110 離散コサイン変換(DCT)ユニット
- 120 量子化(Q)ユニット
- 130 逆量子化(Q⁻¹)ユニット
- 140 逆DCT(DCT⁻¹)ユニット
- 150 動き補償(MC)ユニット
- 160 動き予測(ME)ユニット
- 180 エントロピーエンコーダユニット
- 190 レートコントローラ

10

20

【図1】



【図2】

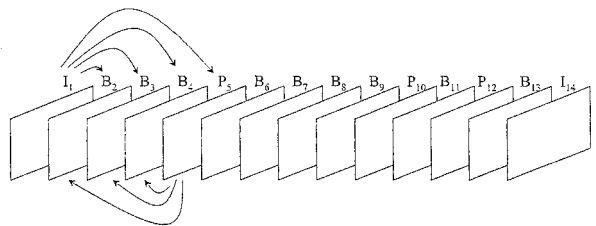


Figure 2

【図3】

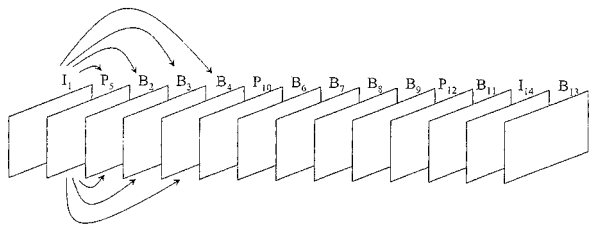


Figure 3

Figure 1

【 図 4 】

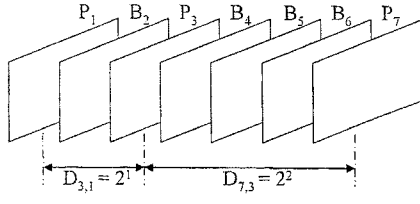


Figure 4

フロントページの続き

- (74)代理人 100134175
弁理士 永川 行光
- (74)代理人 100134474
弁理士 坂田 恭弘
- (72)発明者 ハスケル、バリン、ジー、
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、マウンテン ヴュー、フェアブルック ドクター、 119
0
- (72)発明者 シンガー、デエイビット、ダブリュー、
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、サン フランシスコ、ワウオナ ストリート 268
- (72)発明者 ドゥミトラス、アドリアーナ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、サニーヴェイル、アパートメント 2403、ダブリュー、
エル キャミーノ リアル 250
- (72)発明者 プリ、アチュール
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、クーペルティーノ、#4203、プルンエッジ アヴェニュー
- 19500

審査官 横田 有光

- (56)参考文献 特開2004-088737(JP,A)
特開2001-069530(JP,A)
特開平10-215449(JP,A)

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