

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-507206

(P2008-507206A)

(43) 公表日 平成20年3月6日(2008.3.6)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
H04N 7/32 (2006.01) H04N 7/137 Z 5C059

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

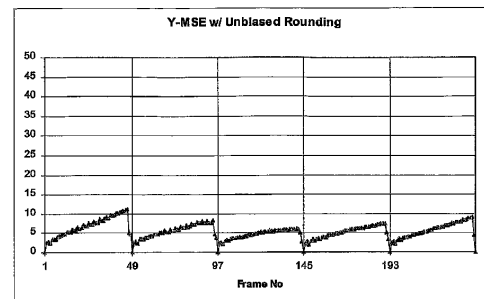
(21) 出願番号	特願2007-521538 (P2007-521538)	(71) 出願人	591102637
(86) (22) 出願日	平成17年7月12日 (2005.7.12)		ドルビー・ラボラトリーズ・ライセンシン
(85) 翻訳文提出日	平成19年1月15日 (2007.1.15)		グ・コーポレーション
(86) 国際出願番号	PCT/US2005/024552		DOLBY LABORATORIES
(87) 国際公開番号	W02006/017230		LICENSING CORPORATI
(87) 国際公開日	平成18年2月16日 (2006.2.16)		ON
(31) 優先権主張番号	60/587,699		アメリカ合衆国、94103-4813
(32) 優先日	平成16年7月13日 (2004.7.13)		カリフォルニア州サン・フランシスコ、ポ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		トレロ・アベニュー 100
		(74) 代理人	100071010
			弁理士 山崎 行造
		(74) 代理人	100121762
			弁理士 杉山 直人
		(74) 代理人	100126767
			弁理士 白銀 博

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像圧縮のための不遍丸め

(57) 【要約】

符号なしデータの不遍丸めはデータビデオを表すデジタルビットストリームの復号化、又は、コード化及び復号化に関して使われる。すなわち、データビデオが第1のビットデプスでコード化され、第1のビットデプスより低い第2のビットデプスで復号化されるときに使用される。予測ループを使う処理において不遍丸めを使うことができる。データ圧縮映像がフレームで表されるとき、不遍丸めはインターフレームデータ及び/又はイントラフレームデータのものとすることができる。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 のビットデプスでコード化されたデータ圧縮映像を表すデジタルビットストリームを復号化する方法であって：

第 2 のより低いビットデプスで復号化することを含み、前記復号化は中間処理における符号なしデータの不遍丸めを含む方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって：前記復号化は、予測ループにおいて、前記符号なしデータの不遍丸めを含む処理を含む方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の方法であって：前記データ圧縮映像はフレームで表され、前記符号なしデータの不遍丸めがフレーム間データ及び / 又はフレーム内データの前記不遍丸めを含んでいる方法。

【請求項 4】

データ圧縮映像を表すデジタルビットストリームをコード化する方法であって：前記コード化は中間処理における符号なしデータの不遍丸めを含んでいる方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法であって：前記コード化は、予測ループにおいて、前記符号なしデータの不遍丸めを含む処理を含んでいる方法。

【請求項 6】

請求項 4 又は請求項 5 に記載の方法であって：前記データ圧縮映像はフレームで表され、前記符号なしデータの不遍丸めがフレーム間データ及び / 又はフレーム内データの前記不遍丸めを含んでいる方法。

【請求項 7】

データ圧縮映像を表すデジタルビットストリームをコード化し復号化する方法であって：

中間処理において、符号なしデータの不遍丸めを含むコード化を第 1 のビットデプスで行い；

中間処理において、符号なしデータの不遍丸めを含む復号化を第 2 のより低いビットデプスで行う；

ことを含んでなる方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法であって：前記コード化は、予測ループにおいて、前記符号なしデータの不遍丸めを含む処理を含み、前記復号化は、予測ループにおいて、前記符号なしデータの不遍丸めを含む処理を含む方法。

【請求項 9】

請求項 7 又は 8 に記載の方法であって：前記データ圧縮映像はフレームで表され、前記符号なしデータの不遍丸めがフレーム間データ及び / 又はフレーム内データの不遍丸めを含んでいる方法。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 つに記載の方法を実行するように設けた装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 つに記載の方法をコンピュータに実行させるようにコンピュータリーダブルメディアに保存されたコンピュータプログラム

【請求項 12】

第 1 のビットデプスでコード化されたデータ圧縮映像を表すデジタルビットストリームを復号化するデコーダであって：

前記デジタルビットストリームを受け取る手段と；

第 2 のより低いビットデプスで復号化する手段であって、中間処理において符号なしデータの不遍丸めを行う手段と；

10

20

30

40

50

を含んでなるデコーダ。

【請求項 13】

請求項 12 に記載のデコーダであって：前記復号化する手段は、予測ループにおける処理のための手段を含み、該処理のための手段が前記符号なしデータの不遍丸めを行う手段を含む方法。

【請求項 14】

請求項 13 又は 14 に記載のデコーダであって：データ圧縮映像がフレームで表され、前記符号なしデータの不遍丸めを行う手段は、フレーム間データ及び / 又はフレーム内データの不遍丸めのための手段を含んでいるデコーダ。

【請求項 15】

データ圧縮映像を表すデジタルビットストリームをコード化するためのエンコーダであって：

中間的処理における符号なしデータの不遍丸めを含む処理を予測ループにおいて行う処理手段と；

前記デジタルビットストリームを出力する手段と；

を含んでなるエンコーダ。

【請求項 16】

請求項 15 に記載のエンコーダであって：前記コード化手段は予測ループにおいて処理を行う手段を含み、前記処理手段が前記符号なしデータの不遍丸めのための手段を含むエンコーダ。

【請求項 17】

請求項 15 又は 16 に記載のエンコーダであって：前記データ圧縮映像はフレームで表され、前記符号なしデータの不遍丸めのための手段はフレーム間データ及び / 又はフレーム内データの不遍丸めのための手段を含むエンコーダ。

【請求項 18】

データ圧縮映像を表すデジタルビットストリームをコード化し復号化するシステムであって：

予測ループにおける処理を行う処理手段を含み第 1 のビットデプスでコード化するコード化手段であって、前記処理手段は中間処理において符号なしデータの不遍丸めを行う手段を含むコード化手段と；

予測ループにおいて処理を行う処理手段を含み第 2 のより低いビットデプスで復号化する復号化手段であって、該復号化手段の前記処理手段は中間処理において符号なしデータの不遍丸めを行う手段を含む復号化手段と；

を含んでなるシステム。

【請求項 19】

請求項 18 に記載のシステムであって：前記コード化手段は予測ループにおける処理を行う手段を含み、前記コード化手段の前記処理手段は前記符号なしデータの不遍丸めを行う手段を含み、前記復号化は予測ループにおける処理を含み、該処理が前記符号なしデータの不遍丸めを行う手段を含んでいるシステム。

【請求項 20】

請求項 18 又は 19 に記載のシステムであって：前記データ圧縮映像はフレームで表され、前記符号なしデータの不遍丸めを行う手段は、フレーム間データ及び / 又はフレーム内データの不遍丸めを行う手段を含んでいるシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は動画像を圧縮するデジタル手法に関し、特に、圧縮効率を高めるためのインター予測又はイントラ予測を利用する圧縮方式のためのより正確な丸め方法に関する。発明は方法だけではなく、対応するコンピュータプログラムと装置を含む。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

ビデオ画像のデジタル表現は、何らかの特定のビットデプスに量子化された画像強度及び／又はカラーの複数の空間的サンプルから成る。このビットデプスの有力値は8ビットであり、これは妥当な画像品質を与え、各サンプルが1バイトのデジタルメモリに完全に収まる。しかしながら、MPEG-4、H.264へのスタジオ、N-ビットプロフィール及び忠実度範囲拡張（以下の文献参照）に示されるように、1サンプル当たり10ビットや12ビットのように、より高いビットデプスで作動するシステムに対する需要が増大している。

【 0 0 0 3 】

大きなビットデプスは、総圧縮において、より高い忠実度、またはより小さい誤差を与える。誤差の最も一般的な測定は、平均2乗誤差（MSE）評価基準である。空間的サンプルが $ref_{x,y}$ である基準画像と、空間的サンプルが $test_{x,y}$ である試験画像との間のMSEは以下の式（1）で与えられる。

10

【 式 1 】

【 0 0 0 4 】

$$MSE = \frac{1}{(NX)(NY)} \sum_x^{NX} \sum_y^{NY} (test_{x,y} - ref_{x,y})^2 \quad (1)$$

20

ここで、NXとNYは、x方向のサンプル数と、y方向のサンプル数である。基準画像が入力画像であり、試験画像が圧縮画像であるときに、MSEはひずみと呼ばれる。この場合、これら両方のイメージの空間的サンプルはデジタル量である。圧縮画像の忠実度はこのひずみ、すなわち、MSE（これは、最大可能な（ピーク）振幅に正規化され対数で示される）によって決定される。要するに、dBで示すひずみPSNR（ピークSN比）は以下の式（2）によって示される。

【 式 2 】

【 0 0 0 5 】

$$PSNR = 10 \log(peak^2 / MSE) \quad (2)$$

30

より大きいビットデプスはPSNRのより高い値を与える。これを示すためにMSE評価基準の一般性を使用できる。アナログ入力 of Nビットの量子化を考える。ここで、MSEはアナログ入力のデジタル近似として計算される。Nビットサンプリングの量子化誤差は、MSEが最下位ビットに関して $1/12$ になるように、区間 $[-1/2, 1/2]$ の独立した一様分布のランダムノイズとして一般的にモデル化される。入力サンプル（標本）が $[0, 2^N - 1]$ 範囲の整数であるので、ピーク値は $2^N - 1$ である。したがって、このMSEに対応するPSNRは以下となる。

40

【 式 3 】

【 0 0 0 6 】

$$PSNR = 10 \log \left((2^N - 1)^2 / (1/12) \right) \quad (3)$$

これはオリジナル画像のアナログサンプルと、その量子化された表示との誤差を表すので、オリジナルのアナログ画像と比べた圧縮結果の忠実度の上限である。以下の表1はいくつかの代表的なビットデプスの場合のこの上限を示す。

50

【表 1】

ビットデプス (ビット)	PSNR 上限 (dB) (丸めによる)
8	58.92
10	70.99
12	83.04
14	95.08
16	107.12

表1 ビットデプスの関数としての最大PSNR

【0007】

図1と図2は、それぞれ、H.264エンコーダと、デコーダに関するブロックダイアグラムである。MPEG-4/AVCとして知られるH.264は近代画像コード化において従来技術であると考えられる。ここで特に関連するものは、「忠実度範囲拡張」として一括して知られているH.264に関して最近開発された1セットの拡張である。

【0008】

本発明の形態を「H.264FRExt」コード化環境の特定の利点と共に使用できる。H.264コード化の詳細は、ISO/IEC MPEG及びITU-T VCEG (ISO/IEC JTC1/SC29/WG11及びITU-T SG16 Q.6)、スイス国ジュネーブでの2003年5月23日乃至27日に開催された第8回会合での共同ビデオチーム(JVT)の「共同ビデオ仕様(ITU-T Rec. H.264/ISO/IEC 14496-10 AVC)の草案ITU-T推奨及び最終草案国際規格」に詳しく説明されている。

【0009】

上の2つの文献の全内容は、参照のためにここに取り入れられる。「忠実度範囲拡張」は、10ビット及び12ビットのコード化を含むサンプル精度を高めたより高い忠実度画像コード化をサポートする。本発明の態様はそのような高いサンプル精度の実施に関して特に役立つ。H.264規格とその実施に関する更なる詳細を様々な発行された文献に見ることができ、そのような文献は、例えば、EBUテクニカルレビュー2003年1月(12ページ)のラルフ・シュエーフェル(Ralf Schaefer)他による「浮上するH.264/AVC規格」と、www.vcode.comで発行(07/10/02)したIain EG Richardson(リチャードソン)による「H.264/MPEG-4、パート10白書：H.264の概要」を含む。上記2つの文献、シュエーフェル他と、リチャードソンの刊行物の全内容は、参照のためにここに取り入れられる。以下でさらに説明するように、変更MPEG-2コード化環境に関する利点と共に本発明の態様をまた使用できる。

【0010】

図1に示すH.264またはH.264FRExtエンコーダ(これらはブロックダイアグラムレベルでは同じである)は、今ではビデオコード化として一般的な要素である変換及び量子化処理、エントロピー(無損失)コード化、動作推定(ME)及び動き補償(MC)と、再構築されたフレームを保存するバッファを有する。H.264とH.264FRExtは多くの方法、すなわち、ループ内デブロッキングフィルタ、イントラ予測のためのいくつかのモード、新しい整数変換、2つのモードのエントロピー符号化(可変長符号化

10

20

30

40

50

と算術符号化)、最小4×4ピクセルの動きブロック等、において前のコーデックと異なっている。

【0011】

エントロピー復号化ステップを除いて、図2に示すH.264又はH.264 F R E x t デコーダを前記エンコーダの部分集合であると容易に考えることができる。

【0012】

H.264に対する忠実度範囲拡張(F R E x t)は、1サンプル当たり最大で12ビットのサンプルビットデプスでコード化し復号化するツールを提供する。これは、統一された方法で1サンプル当たり8ビットを超えるビットデプスでコード化し復号化するツールを取り入れるための最初の画像コーデックである。特に、H.264に対する忠実度範囲拡張で採用された量子化法は、以下の文献において説明されるように、複数の異なったサンプルビットデプスで潜在的に互換性がある圧縮されたビットストリームを作成する。

10

【0013】

文献：2004年5月19日出願の米国仮特許出願60/573,017(出願人：ウォルター・C・ギッシュとクリストファー・フォークト、発明の名称「可変ビットデプスに関する量子化制御」と；該仮特許出願60/573,017の優先権を主張する米国非仮特許出願11/128,125(出願人及び発明の名称は前記仮特許出願のものと同一)。

【0014】

前記米国仮特許出願及び非仮特許出願の全内容は参照のためにここに取り入れられる。前記米国仮特許出願及び非仮特許出願のテクニックは、異なったビットデプスで作動するエンコーダとデコーダの相互作用、特に、デコーダがエンコーダのビットデプスより低いビットデプスで作動する場合の相互作用を容易にする。前記ギッシュとフォークトによる仮及び非仮特許出願に開示されたテクニックのいくつかの詳細は下記の文献において公開され、H.264に対する忠実度範囲拡張で採用された量子化法を説明している。

20

【0015】

文献：ISO/IEC MPEG&ITU-T VCEG(ISO/IEC JTC1/SC29/WG11及びITU-T SG16 Q.6)、ドキュメントJVT-H016(2003年5月23日乃至27日にスイス国ジュネーブでの第8回会合)の共同ビデオチーム(JVT)の「拡張サンプルデプス：インプリメンテーションと特殊化」(これは、ワールドワイドウェブ上でhttp://ftp3.itu.ch/av-arch/jvt-site/2003_05_Geneva/JVT-H016.docで公開された)。

30

【0016】

前記JVT-H016の全内容もまた参照のためにここに取り入れられる。

【0017】

本発明の目標は、高ビットデプス入力から高ビットデプスでコード化されたビットストリームを復号化することであるが、この復号化は、単にその同じ高ビットデプスで行われるのではなく、元の高ビットデプスイメージの妥当な近似を持つ復号化イメージを与えるようなより低いビットデプスで行われる。このことは、例えば、8ビットか10ビットのH.264 F R E x t デコーダを可能にし、これらのデコーダは、従来であれば、それぞれ10ビットか12ビットのH.264 F R E x t デコーダを必要とするビットストリームを妥当な程度に復号化可能である。代替的に、これは、従来の8ビットMPEG-2デコーダ(以下で説明する図9のように)を可能にし、このデコーダは、図10aに関して以下で説明するような変更MPEG-2エンコーダによって生成されるビットストリームを妥当な程度に復号化することを可能にする。その復号化は、別の方法では、図10bに関して以下に説明されるような変更MPEG-2デコーダを必要とするであろう。

40

【0018】

図3は、高ビットデプスソースでコード化された単一のビットストリームが元の高ビットデプス及びそれよりも低いビットデプスで復号化されたときに、より低いビットデプス

50

での復号化が高ビットデプス基準に対して、MSE測定でのある誤差を持つことを示している。図3の例では、より低いビットデプスでの近似はまるで低エンコーダビットデプスで復号化され、すなわち、それは従来のデコーダ（以下の図6参照）又は本発明の不遍丸めの態様を使う従来のデコーダ（以下の図7参照）である。

【0019】

人は、異なったビットデプスでの復号化の結果が丸め誤差のためにいくらか異なると予想するだろうが、先行技術のエンコーダとデコーダに関して観測された実際の違いは、はるかに大きくなる傾向がある。そのような大きな違いは、現在行われている丸め方法によって予測から予測へと丸め誤差が累積し悪化することによって起こる。図4は、エンコーダとデコーダの両方に存在する予測ループであって、丸めが起こる場所を特定する、すなわち、（イントラ及びインター）予測を計算する予測ループと、デブロッキングフィルタ及び残渣復号化を示す略図である。フレーム格納、予測、加算器、およびデブロッキングフィルタによって形成されたフィードバックループにおいて、予測から予測で、誤差がどう蓄積するかを見ることができる。以下でさらに説明するように、誤差の主発生源はインター予測と、イントラ予測である。ループデブロッキングフィルタはオプションであり、復号化の丸めにおいて、とりわけ、残差はより小さい誤差をもたらす。問題はこれらの誤差を最小にして、高ビットデプス出力と、より低いビットデプス近似の間のMSEを最小にすることである。高ビットデプス復号化出力はエンコーダに関して誤差がない。なぜならば、それらは共に同じ高ビットデプス予測ループを有するからである。したがって、それと、より低いビットデプス近似の間のMSEの減少は、より低いビットデプス復号化がより厳密に高ビットデプス復号化に近似することを示す。

【0020】

インター予測の場合、1個のフレームからの丸め結果は、別のフレームでのイメージを予測するのに使用される。その結果、誤差は連続したフレームに渡って増大する。なぜなら、フレーム格納（バッファ）と、動き補償フィルタからの予測を含んでなるフィードバックループが誤差を蓄積するからである。結果は、図3に示す異なるビットデプスの復号化されたフレーム間のMSEが各予測されたフレーム又はマクロブロックにおいて増えることである。先行技術では、フレームからフレームへと蓄積するそのような誤差は、最初に、MPEG-2でのIDCTの間の許容できる不一致に対処するという事に遭遇した。フレームからフレームへと誤差が増えることから、それは「ドリフト」と呼ばれた。H.264のイントラ予測モードは同様に挙動し、この場合だけ、ピクセルの丸め結果が同じフレーム内の他の隣接するピクセルを予測するのに使用される。イントラ予測とインター予測は共に、誤差が予測から予測へと蓄積し、かつ、予測計算のフォームが同じであるという点で、同じである。どちらの場合も、予測は、合計が1である端数係数によって重み付けられたフレーム格納からの整数値の丸め合計である。すなわち、予測値 $pred(x, y)$ は

【式4】

【0021】

$$pred(x, y) = \sum_{i,j} c(i, j) FS(x', y') + 1/2 \quad (4)$$

$$\sum_{i,j} c(i, j) = 1$$

ここで、 $FX(x', y')$ はフレーム格納値、 $c(i, j)$ は重みづけ係数である。 (x, y) 、 (x', y') 及び (i, j) と、 $c(i, j)$ の値との関係は予測子のタイプ、すなわち、インターモード又は特定のイントラモードに依存する。係数 $c(i, j)$ が端数値であるので、この計算は、総和が2の階乗（この階乗の値は、結果を最終ビット

デプスに切り下げる最終右シフト値)となる整数係数 $C(i, j)$ を使用することで通常実行される。

【式5】

【0022】

$$pred(x, y) = \left[\sum_{i,j} C(i, j) FS(x', y') + 2^{M-1} \right] \gg M \quad (5)$$

$$\sum_{i,j} C(i, j) = 2^M$$

10

この形では、丸められた端数ビットの数は M であるため、丸めのために加えられた $1/2$ は 2^{M-1} と記される。この形は、それが実際に使用される最も一般的な形であるということだけではなく、 M の値が丸め誤差の厳密性を決定する(すなわち、式9)ので、重要である。

【0023】

異なったサンプルビットデプスを使用するシステムはできるだけ共同利用できることが望ましい。すなわち、エンコーダかデコーダのビットデプスにかかわらずビットストリームを妥当に復号化することが好まれる。デコーダが入力のビットデプスに等しいかそれより大きいとき、エンコーダと同じビットデプスを有するデコーダをまねるのは些細である。デコーダがエンコーダよりも低いビットデプスを有するとき、いくらかの損失があるに違いないが、復号化された結果は、その低いビットデプスに対して適切なPSNR、好ましくは、より小さくないものを持つことである。異なるビットデプス間の相互運用を達成することは計算詳細に慎重な注意を必要とする。米国特許出願公開公報US2002/0154693A1は、すべての中間計算をより大きい精度で実行することによるコード化精度及び効率を改善する方法を開示した。前記公開公報の全内容は参照のためにここに取り入れられる。一般に、より高いビットデプスでの計算と比べると、妥当かつ一般的なより低いビットデプスでの近似は容認できなくなる。本発明の態様は、エンコーダへの入力よりも低いビットデプスでビットストリームを復号化するときの誤差を最小にするために、そのような中間計算における丸めを改良する方法に関する。

20

30

【発明の開示】

【0024】

本発明の1態様は、より高いビットデプスのビットストリームのような、復号化に比べてより高いビットデプスでコード化されたビデオビットストリームをより低いビットデプスで復号化することから生じる誤差を減少させ又は最小化することに関する。特に、そのような誤差への主要な貢献(支配的なものでなくとも)が従来技術の圧縮技術に使用される単純な、しかし、偏向丸めによるものであることが示される。本発明の態様によると、デコーダにおける、あるいは、適切であるときには、デコーダとエンコーダの両方における不遍丸め法を使用して、エンコーダのビットデプスより低いビットデプスで復号化する結果による全体的精度を改良する。そのような結果は、エンコーダのビットデプスと同じビットデプスでの復号化と、それより低いビットデプスでの復号化との誤差を減少させ又は最小にすることで示すことができる。本書類を読み理解することで、本発明の他の態様を理解できるであろう。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

偏向丸めと不偏丸めに関する基礎事項

本発明の態様は、デコーダにおいて、あるいは、適切であるときには、デコーダとエンコーダの両方において、画像圧縮のため、特に、予測ループにおいて誤差が蓄積する傾向があるインター予測及びイントラ予測に関して、不遍丸めを使用することを提案する。し

50

たがって、丸め法とそれらの方法が生成する誤差の分析から始めることができる。特に、丸めによって引き起こされた誤差の平均と分散が関心事項である。画像圧縮における計算が通常異なった精度の整数で実行されるので、整数の丸めは特別の関心事項である。

【 0 0 2 6 】

最も一般的に採用されている丸め法は、 $1/2$ を加え、次に、結果の値を切り捨てる。すなわち、2進小数点がNビット部分とMビット部分の間にある $(N+M)$ ビットの値 s を考えると、丸められたNビット値 r は次式で与えられる。

【式 6】

【 0 0 2 7 】

$$r = s + 1/2 \quad (6)$$

ここで、等号は切り捨てを意味する。Mが2であるとし、この場合、 s のM端数（小数）ビットに関して4つの可能性がある：

【表 2】

sの端数ビット	$s+1/2$	r	誤差 (s-r)
.00	.10	-	0
.01	.11	-	+.01 (+1/4)
.10	1.00	+1	-.10 (-1/2)
.11	1.01	+1	-.01 (-1/4)

表 2 偏向丸め

【 0 0 2 8 】

すなわち、.00と.01の場合切り捨て、.10と.11の場合切り上げる。 s の端数ビットの $1/2$ 値に関して問題が起こる。それは、この例の場合、.10のケースである。 $1/2$ 値の丸めは（例えば、数値解析分野において）特別な処理を必要とするのが知られている。これは、.01と、.11のケースでは互いにバランスがとれているが、.10のケースでは何もバランスをとるものがない。この不均衡は、平均誤差がノンゼロであることを引き起こす。

【 0 0 2 9 】

これらの4つのケースのそれぞれは等しく起こりうるので、誤差平均と、誤差分散は以下の式で与えられる。

【式 7】

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

$$m = \frac{1}{4} \left(0 + \frac{1}{4} - \frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) = -\frac{1}{8} \quad (7)$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{4} \left(0 + \frac{1}{16} + \frac{1}{4} + \frac{1}{16} \right) = \frac{3}{32}$$

誤差分散 3 / 32 は連続したケースのときの分散値の 1 / 12 に近い。誤差平均がノンゼロであるので、これは「偏向丸め」と呼ばれる。丸めに関してノンゼロ誤差分散を避けることができないので、誤差分散を減少させるためにできることはほとんどない。しかしながら、平均誤差をゼロまで抑えるためのいくつかの解決法は知られている。小数部がまさに 1 / 2 であるときに、これらの解決法も半分の時間切り上げ、半分の時間切り下げる。切り上げ又は切り下げの決定には多数の方法があり、切り下げは、決定論的及びランダムになされる。例えば、

- (a) 偶数丸め：s の整数部分が奇数ならば、r を切り上げ、その他は切り下げ
 - (b) 交互：各丸めにおいて、1 ビットカウンタを増加し、カウンタが 1 であれば切り上げ、そうでなければ切り下げ
 - (c) ランダム：[0, 1] 間の乱数を拾い、この数が 1 / 2 以上であるなら切り上げ、そうでなければ切り下げ
- これらの方法を用いて、表 2 の可能な結果は以下の通り。

【表 3】

s の端数ビット		s+1/2	r	誤差 (s-r)
.00	1/4	.10	-	0
.01	1/4	.11	-	+.01 (+1/4)
.10	1/8	1.00	-	+.10 (+1/2)
.10	1/8	1.00	+1	-.10 (-1/2)
.11	1/4	1.01	+1	-.01 (-1/4)

表 3 不偏丸め

【0031】

故に、平均誤差と分散は、

【式 8】

【0032】

$$m = \frac{1}{4} \left(0 + \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \right) + \frac{1}{8} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) = 0$$

$$\sigma^2 = \frac{1}{4} \left(0 + \frac{1}{16} + \frac{1}{16} \right) + \frac{1}{8} \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} \right) = \frac{3}{32} \quad (8)$$

10

20

30

40

50

これが平均誤差をゼロまで抑えるので、それは不遍丸めと呼ばれる。

【 0 0 3 3 】

これが一般に、用語「不遍丸め」使用法であるが、この用語がこれとは異なって使用される例は知られている。不遍丸めは、端数部分が同じ頻度で切り上げられ、切り下げられるように、端数部分の $1/2$ 値に関する特別な注意を伴う丸めを意味する。用語「不遍丸め」をそれと同じ意味に使用する先行技術の例として、G i a c a l o n e 他による出願の米国特許出願公開公報 2 0 0 3 / 0 0 5 5 8 6 0 A 1 (発明の名称「プロセッサにおける丸め機構」) がある。この特許出願は、3 2 ビットの整数を 1 6 ビットに丸めるとき、「偶数丸め」形式の不遍丸めを実行するサーキットリーについて説明する。他方、ウォン (Wong) に付与された米国特許 5, 9 3 0, 1 5 9、発明の名称「丸めた整数結果を得るために整数オペランドを右に移行させて端数中間結果を丸める」は、M P E G - 1 と M P E G - 2 規格で説明されるように、ゼロか無限への「丸め」のための「不遍」法として特徴付けるものを記述している。しかしながら、ウォンが説明する方法は丸め法というよりはむしろ切り下げ法として見るのが適切である。その上、正負値の等しいミックスの場合だけ不偏にされ、それらは、非負数に関して、(すべての切捨て法と同じように) 高度に偏向している。ここに使用される不遍丸めは、正值と、負値に関して、単に組合せで不偏にされるのではなく、別々に不偏にされることである。

【 0 0 3 4 】

偏向丸めによって生成される誤差の大きさは端数ビットの数 M に依存する。上に提示した実施例において、 M が 2 であるので、偏向を生じさせるケースは時間の 2 5 % で起こる。 M が 1 であるならば、このケースは時間の 5 0 % で現れるので、平均誤差が 2 倍の大きさになる。同様に、 M が 3 であるならば、このケースは時間の 1 2 . 5 % で現れるので、平均誤差が半分の大きさになる。このように、一般に、偏向丸めの平均誤差は以下となる。

【 式 9 】

【 0 0 3 5 】

$$m = -\frac{1}{2^{M+1}} \quad (9)$$

この結果は、それがより少ない (すなわち、より小さい M) 丸めに関して、偏向丸めによって生じた平均誤差がより大きいことを示す点で、いくらか直観に反している。

【 0 0 3 6 】

図 6 と 7 に結果を示すテストに関して、サンプルビデオあたり 1 0 ビットが図 1 0 a で説明される変更 M P E G - 2 エンコーダを使用して 1 0 ビットでコード化され、次に、以下の 3 つの方法で復号化される。

【 0 0 3 7 】

(1) 図 1 0 b で説明される変更 M P E G - 2 デコーダを使用した 1 0 ビットでの復号化 (この復号化は、図 3 のテスト装置での方法における次の 2 つの 8 ビットでの復号化のための基準として使用される。)

(2) 図 9 b で説明される従来技術の M P E G - 2、8 ビットデコーダを使用した 8 ビットでの復号化

(3) (図 9 b のように) 従来技術の M P E G - 2、8 ビットデコーダであるが、本発明の態様による不遍丸めを使うように変更されたものを使用した 8 ビットでの復号化

不遍丸め無しの 8 ビットデコーダと、不遍丸め有りの 8 ビットデコーダでの M S E はそれぞれ、図 3 に示す方法における 1 0 ビットでの復号化に関して計算される。全ドリフト M S E に境界をつけるために、変更 M P E G - 2 エンコーダによって 4 8 フレームごとに 1 フレームが挿入される。図 6 と 7 を比較すると、不遍丸めが約 4 の係数だけ M S E を減少させる (7 5 % の減少) ことがわかる。さらに、図 6 の M S E のほぼ二次曲線的な拡大 (

すなわち、2次微分が正)は、図7において直線的又は副直線的でさえある拡大率に取り替えられる。これは、まったく、平均誤差、式(12)と(13)中の優位な項(すなわち、二次の項)をゼロへ減少させる不遍丸めを使用するためである。

【0038】

インター予測での不遍丸めの効果(動き補償)

一般に、不遍丸めは偏向丸めより優れている。なぜならば、分散は変わりがないが、平均誤差がゼロまで抑えられるからである。誤差がフィードバックループで蓄積するので、偏向丸め影響が動き補償で特に有害であることを我々は示す。図5はそのような動き補償フィードバックループの必須構成要素を示す(図4に示したコード化された残差のためのデブロッキングフィルタと加算器は表示の簡便化のために省略されている)。

10

【0039】

図5におけるフレーム格納は何らかの初期イメージによって初期化される。一般的な方法では、この初期イメージはイントラマクロブロックかイントラフレームピクチャーに対応している。動き補償フィルタは動き(モーション)ベクトルの整数部分によって置き換えられたフレーム格納の一部を補間する。このフィルタは、式(4)と(5)で示される総合的な1次形式を有する。一般に、フィルタ係数自体は動きベクトルの端数部分によって決定されるフェーズを有するウィンドウ化正弦関数であり、 (x', y') は該動きベクトルの整数部分で決定される。端数係数 $c(i, j)$ 又はそれらの整数バージョン $C(i, j)$ に対して丸め誤差を避けることができない。 $c(i, j)$ が整数である場合のみ、丸め誤差が全くなくなる。

20

【0040】

図5のフィードバックループに因り、誤差分散は反復から反復へと一貫性無く加わるが、平均誤差が一貫して加わるので、平均誤差は、結局、フレーム格納における総平均2乗誤差(MSE)を支配する。下の表4は反復から反復へと平均誤差と分散誤差の総MSEへの相対的寄与を示す。各反復は次のPフレームかPマクロブロック、すなわち、前のフレームかマクロブロックから予測されるものに対応している。Bフレームが基準フレームとして使用されるとき、それらはまた反復を構成する。K番目の反復において、累積平均誤差は、

【式10】

【0041】

$$m = K \left(-\frac{1}{8} \right) \quad (10)$$

30

であり、累積分散誤差は

【式11】

【0042】

$$\sigma^2 = K \left(\frac{3}{32} \right) \quad (11)$$

40

であり、結果のMSEはよく知られる次の公式で与えられる。

【式12】

【0043】

$$MSE = m^2 + \sigma^2 \quad (12)$$

これは、 $M = 2$ (2ビットでの丸め)の場合、式(10)と(11)から、

【式13】

【0044】

50

$$MSE = \frac{1}{64}K^2 + \frac{3}{32}K \quad (13)$$

となる。

【 0 0 4 5 】

これらの式は、偏向丸めが全体 M S E に対する漸近性の優位（すなわち、K における二次式）貢献者であることを示す。

【 表 4 】

反復	総平均誤差	平均誤差からの M S E	分散誤差からの M S E
1	-1/8	1/64	3/32
2	-1/4	1/16	3/16
3	-3/8	9/64	9/32
4	-1/2	1/4	3/8
...
6	-3/4	9/16	9/16
...
8	1	1	3/4
...
16	2	4	3/2
...
32	4	16	3

表 4 予測ループにおける誤差拡大

【 0 0 4 6 】

表 4 を検査すると、初めは、平均誤差からの寄与（貢献）が分散誤差からの寄与の 1 / 6 であることがわかる。しかしながら、それらは 6 番目の反復において等しく、3 2 番目の反復で、平均誤差は分散誤差の 5 倍以上である。

【 0 0 4 7 】

動き補償における実際のフィルタリングが 2 次元であり、丸められる端数ビット数がコーデック特有の詳細に依存するので、以上の実施例は単に例示的なものである。平均誤差が支配的である反復はこの簡単な実施例と異なることができるが、詳細にかかわらず、平均誤差は少ない数の反復の後に支配的である。

【 0 0 4 8 】

不遍丸めに変えることによって、平均誤差からの寄与をゼロまで抑えることができる。

図 6 と 7 は、それぞれ、図 10 (a) に示す M P E G - 2 の変更バージョンを使用して 10 ビットソースからコード化されたビットストリームを 8 ビットで復号化するために、先行技術の偏向丸めを用いた場合と、本発明による不遍丸めを用いた場合の M S E 又はドリフト誤差の拡大を示す。

【 0 0 4 9 】

イントラ予測での不遍丸めの効果

H. 2 6 4 と H. 2 6 4 F R E x t は、それらがイントラ予測のための多くのモードを有するので、現代のコーデックの中でユニークである。これらのモードの多くは多くの隣接するピクセル（最も一般的に 2 又は 4 つ）を平均し、任意のピクセルに関する初期見積りに到達する。これらの平均化計算には、偏向丸めを使用する式 4 と 5 で示す同じ 1 次形式を有する。少数の値だけが結合されるので、偏向丸めからの誤差は特に重要である。なぜなら、これが式 6 における $M = 1, 2$ に対応しているからである。

【 0 0 5 0 】

図 8 は、H. 2 6 4 と H. 2 6 4 F R E x t システムでの任意のブロック（黒で示すブロック）に関してイントラ予測値に影響を与えうるブロックを白で示している。これらの予測を 4×4 ピクセル程度の小さなブロックに関して行うことができるので、イントラ予測のための誤差伝搬は再三何度も起こりうる。例えば、 1080×1920 の H D T V 解像度において、横方向と縦方向の両方向に何百個もの反復が生じうる。比較のために、図 6 と図 7 に示されたインター予測のための誤差伝搬は 16 反復だけであり、そして、表 4 は 32 反復までだった。

【 0 0 5 1 】

10 ビットの F R E x t エンコーダによって生成されたビットストリームを復号化するのに従来技術の 8 ビット H. 2 6 4 F R E x t デコーダを使用することを試みるとき、結果のイメージは認識可能であるが、カラーは異なっている。まさしく第 1 の I フレームさえ、イントラ予測における丸め誤差のため、これを示している。その上、基準 10 ビット復号化イメージから 8 ビット復号化イメージを引き算するなら、図 8 が示唆するように、誤差が下方にそして右に伝播するのを見ることができる。イントラ予測に関する誤差が二次元画像上で複雑な様式で拡大するので、図 6 と 7 に類似する増大する誤差の単純なプロットはない。しかしながら、不遍丸めの効果は同じである。例えば、不遍丸めは、およそ 20 dB の低 P S N R からの初期 I フレームの M S E （イントラ予測のみ有する）を 50 dB に近い高 P S N R まで減少させることができる。

【 0 0 5 2 】

M P E G - 2 などの画像圧縮手法は今日広く配布されている。図 9 a と 9 b は、それぞれ、従来技術の M P E G - 2 エンコーダとデコーダ（図 9 b ）の実装を示す。プロフィールと呼ばれる最も一般的に使用される M P E G - 2 画像圧縮構成において、8 ビットの入力精度（すなわち、ビットデプス）を持つビデオデータが適用されている。この入力精度は次に、圧縮に使用される様々な内部変数の最小精度を決定する。したがって、通常、8 ビットの精度（ビットデプス）を有する入力ビデオは減算機構（「 - 」）に適用される。減算機構の整数出力は、また、8 ビットの精度を有するが、負になる場合があるので、符号ビットを必要とし合計 9 ビットを要し、これは、「s 8」（符号付き 8）として示される。減算機構の差出力は「残差」と呼ばれる。この整数出力は、次に、出力が追加 3 ビット、すなわち、符号付き 11 ビット（「s 11」）フォーマットで示す 12 ビットを必要とする 2 次元 D C T に適用される。これらの 12 ビットが量子化され、次に、他のパラメータでエントロピー（可変長符号化）（「V L C」）コード化され、コード化されたビットストリームを生成する。量子化され変換された係数は、また、逆量子化（「I Q」）され、逆変換（「I D C T」）され、元の引き算に使用された同じ予測に（純度で）加えられる。エンコーダのこの部分が図 9 b に示すデコーダをまねることに注意されたい。エントロピーコード化（「V L C」）と復号化（「V L D」）が無損失であるので、V L C へ入力される量子化された D C T 係数は、V L D ブロックからのそれらの出力と同じである。デコーダとエンコーダの I D C T が同じであるなら、エンコーダとデコーダの復号化さ

れた残差は同じである。復号化された残差は生の残差への近似である。この復号化された残差を予測に追加し、かつ、元の範囲（MPEG-2の場合、[0, 255]）に飽和させることによって、入力フレームの近似である復号化されたフレームを作成する。そのような復号化されたフレームはフレーム格納（「FS」）に保存され、それらの内容はエンコーダとデコーダにおいて（IDCT誤差許容値内で）同じである。復号化されたフレームは、次に、予測を作成するのに使用され元の引き算において使用される。したがって、要約すると、従来技術のMPEG-2システムは以下のビットデプス精度を持っている。

【0053】

入力 8ビット（符号なし）
 フレーム格納（予測のためのもの） 8ビット（符号なし）
 残差（入力から予測を引いたもの） 9ビット（符号付き）
 変換された残差 12ビット（符号付き）
 量子化データ 12ビット（符号付き）。

10

【0054】

図10aと10bに示すMPEG-2変更において、ビデオシーケンスは従来技術のMPEG-2より高い精度でコード化されると共に、名目8ビットストリームとの互換性を維持する。これは、変換され量子化された残差によって運ばれる精度の最適使用を果たすために、計算に使用する精度を増すことによって達成される。これは、変換され量子化された残差に12ビットを使用するが入力ビデオは8ビットにすぎないMPEG-2に特に適している。

20

【0055】

図10aと10bの変更において、すべての内部エンコーダとデコーダの計算精度は2ビットによって増強され、入力ソースは2ビット大きいビットデプスを有し、量子化データ精度は同じままで残る。すなわち、

入力 10ビット（符号なし）
 フレーム格納（予測のためのもの） 10ビット（符号なし）
 残差（入力から予測を引いたもの） 11ビット（符号付き）
 変換された残差 14ビット（符号付き）
 量子化データ 12ビット（符号付き）。

30

【0056】

エンコーダとデコーダのそれぞれ変更された部分は、図10aと10bにおいて点線によって囲まれている。

【0057】

さらに、量子化された値のスケールが変化しないように量子化及び逆量子化（*印で示す）が変更される。10ビットエンコーダの内部の変数は精度の付加的な2ビットを有するので、この変化は、量子化の場合、追加右シフト2、すなわち、4での除算であり、逆量子化の場合、追加左シフト2、すなわち、4掛けである。8ビット量子化が単に量子化スケールQSによる除算であるので、同等な10ビット量子化は単に量子化スケールの4倍、 $4 * QS$ での除算である。同様に、8ビットの逆量子化が基本的に量子化スケールQSによる掛け算であるので、10ビットでは、単に量子化スケールの4倍を掛ける。したがって、 Q^* と IQ^* に必要な変化はビットデプスに従って単に量子化スケールQSを変えることである。

40

【0058】

MPEG-2エンコーダとデコーダの別の変更は、Shell & Wilcox Limitedのコットンと、ニーによる国際公開WO 03 / 063491 A2（発明の名称「改良圧縮方式」）で説明されている。該コットンと、ニーの国際公開によれば、画像圧縮エンコーダとデコーダにおける計算精度は、フレーム格納の精度を除いて、増強される。そういった構成は、また、不遍丸めが他の従来技術のMPEG-2デコーダで使われるとき、コード化のために役立つ。

【0059】

50

要約

不遍丸めは、同じビットストリームの高ビットデプス復号化と、低ビットデプス復号化の誤差に重要な影響を及ぼす。偏向丸めは平均誤差と分散誤差の両方を引き起こす。平均誤差は一貫性を持ち、予測から予測へと、急速に拡大し（MSEの拡大は式（12）と（13）に示すようにKの二次である）、見ることができるものである。分散誤差はよりゆっくり拡大して（MSE拡大は一次であり）、ランダムであり振幅が比較的小さいので見ることができない。丸めが必要であるときに、不遍丸めはより正確である。本発明の態様によると、より高いビットデプスでの同じ計算に近い低ビットデプス計算を行うために、予測ループ、特に、インター予測及びイントラ予測における計算に不遍丸めを適用できる。

10

【0060】

実行

発明は、ハードウェア若しくはソフトウェア又はその両方の組合せ（例えば、プログラマブルロジックアレイ）で実行される。特に指定されない場合、発明の一部として含まれるアルゴリズムはいかなる特定のコンピュータ他の装置にも関連しない。特に、ここでの開示に従って記載されたプログラムと共に様々な汎用目的マシンを使用でき、または、必要なメソッドステップを実行するために、より特別な装置（例えば、集積回路）を構築することがより好都合であるかもしれない。したがって、本発明は、少なくとも1つのプロセッサと、少なくとも1つのデータ記憶システム（揮発性及び不揮発性メモリ及び/又は記憶素子を含む）と、少なくとも1つの入力装置又はポートと、少なくとも1つの出力装置又はポートとをそれぞれが含んでなる1つ以上のプログラム式コンピュータシステム上で動く1つ以上のコンピュータプログラムにおいて実行されうる。入力データにプログラムコードを適用して、ここで説明する機能が実行され出力情報が作り出される。出力情報は公知の方法で1つ以上の出力装置に適用される。

20

【0061】

上記のプログラムはコンピュータシステムとコミュニケーションするための所望のいかなるコンピュータ言語（マシン言語、アセンブリ言語、高水準手続論理言語、またはオブジェクト指向プログラミング言語を含む）で実行されうる。どのような場合でも、言語は翻訳言語又は解釈言語とすることができる。

【0062】

そのような各コンピュータプログラムを望ましくは、汎用コンピュータ又は専用のプログラマブルコンピュータで読み込み可能な記憶メディア又はデバイス（例えば、半導体メモリ若しくはメディア又は磁気メディア若しくは光メディア）に保存するかダウンロードし、該コンピュータシステムの作動により該記憶メディア又はデバイスを読むように構成して、ここで説明された手続きを実行することができる。発明のシステムは、また、コンピュータプログラムで構成されたコンピュータ読み込み可能な記憶メディアであって、コンピュータシステムを作動させてここに説明された機能を特定かつ事前に定義された方法で実行するように構成された記憶メディアとして実装されうる。

30

【0063】

発明の多くの実施例を説明したが、発明の技術的思想及び範囲から逸脱することなく様々な変更が可能であることが理解される。

40

【図面の簡単な説明】

【0064】

【図1】H.264又はH.264 F R E x tの概略的な機能ブロックダイアグラムを示す図である。

【図2】H.264又はH.264 F R E x t ビデオデコーダの概略的な機能ブロックダイアグラムを示す図である。

【図3】2つのデコーダの出力の品質を比較する構成（装置）の概略的な機能ブロックダイアグラムを示す図である。

【図4】エンコーダとデコーダ内の予測ループであって、丸めが起こる場所を特定する予

50

測ループの概略的な機能ブロックダイアグラムを示す図である。

【図 5】動き補償フィードバックループの概略的な機能ブロックダイアグラム示す図である（図 4 に示すコード化残差のためのデブロッキングフィルタと加算器は図の簡略化のために省略されている）。

【図 6】基準デコーダ（エンコーダのビットデプスで作動するデコーダ）に関してエンコーダのビットデプスより低いビットデプスで作動する従来技術のデコーダの場合のビデオフレーム番号（横目盛）に対する累積誤差（縦目盛）を示すグラフである

【図 7】基準デコーダ（エンコーダのビットデプスで作動するデコーダ）に関してエンコーダのビットデプスより低いビットデプスで作動し不偏丸めを使用する従来技術のデコーダの場合のビデオフレーム番号（横目盛）に対する累積誤差（縦目盛）を示すグラフである。

【図 8】連続したビデオ線におけるピクセルを表示する図であり、別のピクセル（陰影をつけたもの）を予測するのに使用できるピクセル（陰影無しのもの）を示す。

【図 9】従来技術の M P E G - 2 エンコーダ（図 9 a）とデコーダ（図 9 b）の概略的な機能ブロックダイアグラムを示す図である。

【図 10】変更 M P E G 2 エンコーダ（図 10 a）とデコーダ（図 10 b）の概略的な機能ブロックダイアグラムを示す図である。

【図 11】M P E G 2 タイプのデバイスの入力、残差、変換残差及び量子化された変換残差の 8 ビットと 10 ビットの場合の比較を示す図である。

【図 1】

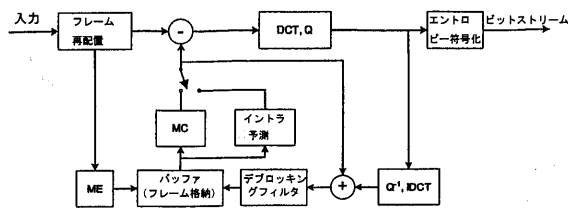


図 1

【図 3】

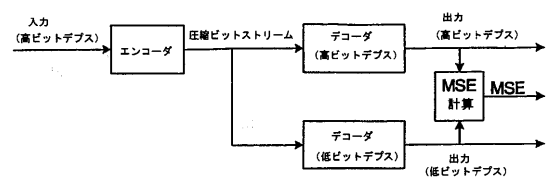


図 3

【図 2】

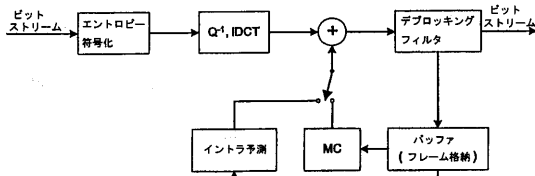


図 2

【図 4】

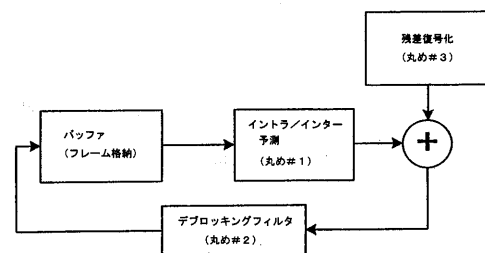


図 4

【 図 5 】

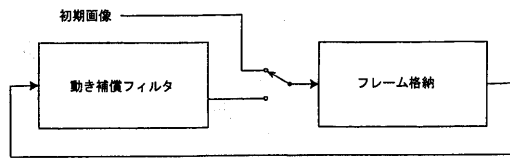


図 5

【 図 6 】

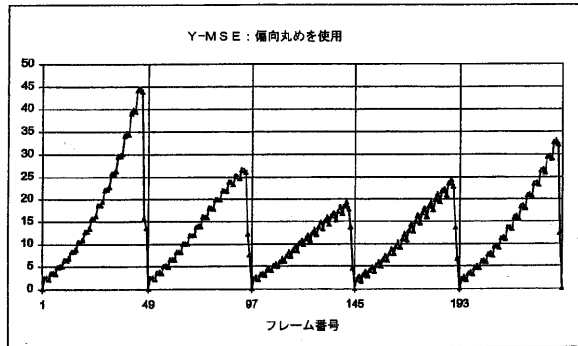


図 6

【 図 7 】

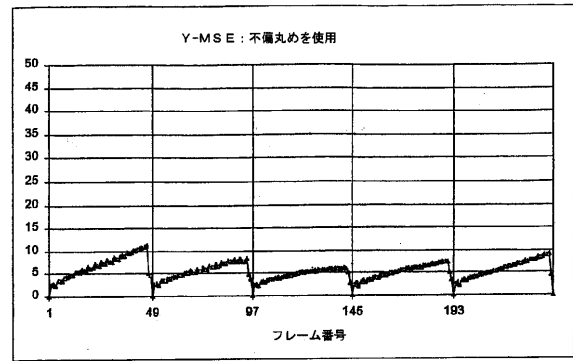


図 7

【 図 8 】

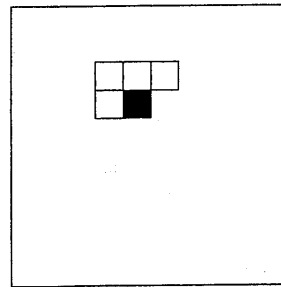
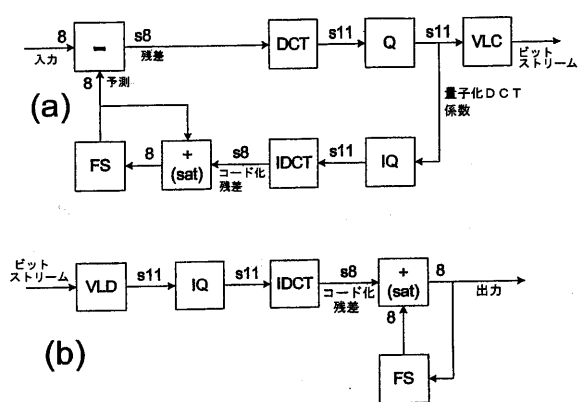


図 8

【 図 9 】



(従来技術)

図 9

【 図 10 】

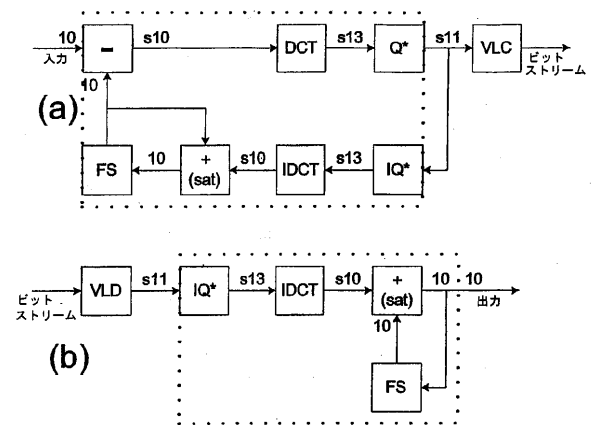


図 10

【 図 11 】

	従来技術 8 ビット	本発明 10 ビット	
入力	A (8)	A' (10) f	$ A-A' < 1/2$
残差	B (9)	B' (11) f	$ B-B' < 1/2$
DCT	C (12)	C' (12)	$ C-C' < 4$
Q	D (12)	D' (12)	$ D-D' < 4/QS$
		D'' (12)	$ D-D'' < (1+4/QS)$

図 11

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/US2005/024552

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H04N7/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H04N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DANIAN GONG, YUN HE, ZHIGANG CAO: IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS FOR VIDEO TECHNOLOGY, vol. 14, no. 4, April 2004 (2004-04), pages 405-415, XP002346475 abstract; figures 4,5	4-6, 15-17
Y	paragraphs '0001!, '0004!, '0005! ----- -/--	1-3, 7-14, 18-20

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

26 September 2005

Date of mailing of the International search report

13/10/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentleer 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Cakiroglu, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/US2005/024552

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KAR-LIK WONG ET AL: "High performance IDCT realization using complex arithmetic" 2003 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING. PROCEEDINGS. (ICASSP). HONG KONG, APRIL 6 - 10, 2003, IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING (ICASSP), NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. VOL. 1 OF 6, 6 April 2003 (2003-04-06), pages 313-316, XP010640944 ISBN: 0-7803-7663-3 the whole document	1-20
A	US 2003/055860 A1 (GIACALONE JEAN-PIERRE ET AL) 20 March 2003 (2003-03-20) cited in the application abstract paragraphs '0057! - '0059!	1-20
Y	WALTER GISH, HAOPING YU: "Extended Sample Depth: Implementation and Characterization" JOINT VIDEO TEAM OF ISO/IEC MPEG & ITU-T VCEG 8TH MEETING, 23 May 2003 (2003-05-23), - 27 May 2003 (2003-05-27) pages 1-14, XP002346476 geeva switzerland cited in the application the whole document	1-3, 7-14, 18-20
A	US 6 728 317 B1 (DEMOS GARY A) 27 April 2004 (2004-04-27) abstract column 45, lines 1-56	1-20
A	WO 98/46025 A (SNELL & WILCOX LIMITED; HAMMOND, KEITH; MARTIN, PHILIP, DAVID) 15 October 1998 (1998-10-15) abstract page 1, line 13 - page 3, line 19	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US2005/024552

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003055860	A1	20-03-2003	NONE	
US 6728317	B1	27-04-2004	NONE	
WO 9846025	A	15-10-1998	AU 6926798 A	30-10-1998

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100118647

弁理士 赤松 利昭

(74)代理人 100138519

弁理士 奥谷 雅子

(74)代理人 100120145

弁理士 田坂 一郎

(74)代理人 100138438

弁理士 尾首 亘聰

(74)代理人 100147740

弁理士 保坂 俊

(72)発明者 ギッシュ、ウォルター・クリスチャン

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 4 1 0 3、サンフランシスコ、ポトレロ・アベニュー 1
0 0

(72)発明者 キム、ヒュン - サク

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 4 1 0 3、サンフランシスコ、ポトレロ・アベニュー 1
0 0

F ターム(参考) 5C059 KK01 MA00 MA04 MA05 MA34 MC00 MC11 MC28 PP05 PP06

TA36 TB10 TB13 TC02 TC03 TC04 TD03 TD05 TD07 TD12

UA05