

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4762486号
(P4762486)

(45) 発行日 平成23年8月31日 (2011. 8. 31)

(24) 登録日 平成23年6月17日 (2011. 6. 17)

(51) Int. Cl. F I
HO 4 N 7/32 (2006. 01) HO 4 N 7/137 Z

請求項の数 39 外国語出願 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2003-309278 (P2003-309278)	(73) 特許権者	500046438
(22) 出願日	平成15年9月1日 (2003. 9. 1)		マイクロソフト コーポレーション
(65) 公開番号	特開2004-266794 (P2004-266794A)		アメリカ合衆国 ワシントン州 9805
(43) 公開日	平成16年9月24日 (2004. 9. 24)		2-6399 レッドモンド ワン マイ
審査請求日	平成18年8月18日 (2006. 8. 18)		クロソフト ウェイ
(31) 優先権主張番号	60/408, 477	(74) 代理人	100077481
(32) 優先日	平成14年9月4日 (2002. 9. 4)		弁理士 谷 義一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100088915
			弁理士 阿部 和夫
		(74) 復代理人	100115624
			弁理士 濱中 淳宏
		(74) 復代理人	100155284
			弁理士 井原 光雅

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチ・リゾリューション・ビデオ符号化および復号化

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ビデオ・フレームのシーケンスのビットストリームを復号化するための方法であって、
前記シーケンスについての第1の情報であって、前記ビットストリーム中に第2の情報が存在するかどうかを示す第1の情報を受信することと、

前記第1の情報に基づいて前記ビットストリーム中に前記第2の情報が存在することを判定することと、その後、前記判定することに応じて、空間リゾリューションのスケーリング・ファクタに基づいて前記シーケンスの複数フレームを復号化するために、前記シーケンスの複数フレームの各々について、前記ビットストリーム中のフレーム・レベルでの第2の情報であって、前記フレームについて1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタを示す第2の情報を受信することと、

前記スケーリング・ファクタを使用して前記複数フレームをマルチ空間リゾリューション復号化することとを備え、

前記複数フレームは、少なくとも1つのIフレームおよび少なくとも1つのPフレームを備え、前記少なくとも1つのPフレームの各々は、前記少なくとも1つのIフレームのうち参照Iフレームを有し、前記少なくとも1つのPフレームを復号化する目的のために、前記少なくとも1つのPフレームの各々について、当該Pフレームについての前記1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、当該Pフレームの参照Iフレームについての前記1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタと同一であるように制約されることを特徴とする方法。

10

20

【請求項 2】

前記 1 または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、少なくとも部分的に、ビットレート基準に基づいて適応して決定されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記 1 または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、少なくとも部分的に、高い周波数コンテンツの基準に基づいて適応して決定されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 1 または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、少なくとも部分的に、量子化ステップ・サイズ基準に基づいて適応して決定されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 5】

前記第 2 の情報は、固定長コードであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記固定長コードは、前記 1 または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタの 4 つの可能な状態を表す 2 ビット・コードであることを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記第 2 の情報は、可変長コードであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 8】

前記第 1 の情報は、シーケンス・ヘッダにおいてシグナルされることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 の情報は、前記シーケンス・ヘッダにおける 1 ビット・コードであることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ビットストリーム中の第 3 の情報であって、選択された再サンプリング・フィルタを示す第 3 の情報を受信することをさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 11】

前記 1 または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、垂直空間リゾリューションのスケーリング・ファクタおよび水平空間リゾリューションのスケーリング・ファクタを備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記垂直空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、前記水平空間リゾリューションのスケーリング・ファクタと異なることを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記垂直空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、フルのリゾリューションおよび半分のリゾリューションを含む垂直空間リゾリューションのセットから選択されることを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

40

【請求項 14】

前記水平空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、フルのリゾリューションおよび半分のリゾリューションを含む水平空間リゾリューションのセットから選択されることを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記第 2 の情報によって示される前記空間リゾリューションのスケーリング・ファクタに従ってマルチ空間リゾリューション復号化で前記複数フレームを復号化することと、

前記複数フレームを表示することと

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

50

【請求項 16】

前記マルチ空間リゾリューション復号化で復号化することは、
低減した空間リゾリューションで符号化された前記複数フレームのカレント・フレームを復号化することと、

前記カレント・フレームを復号化した後、前記カレント・フレームをアップ・サンプリングすることであって、前記アップ・サンプリングはフルのリゾリューションの復号化されたフレームを生じることと

を備えることを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

前記アップ・サンプリングすることは、前記復号化されたカレント・フレームに 10 タップ・フィルタを適用することを備えることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記低減した空間リゾリューションでの表示されたカレント・フレームは、低減したブロッキング・アーティファクトを備えることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

ビデオ・フレームのシーケンスのビットストリームであって、複数レベルを有するビットストリームを符号化する方法であって、

前記シーケンスについての第 1 の情報であって、前記ビットストリーム中に第 2 の情報が存在するかどうかを示す第 1 の情報を出力することと、

前記第 1 の情報によって示されるように、前記ビットストリーム中に前記第 2 の情報が存在することを判定することと、その後、前記判定することに応じて、空間リゾリューションのスケール・ファクタに基づいて前記シーケンスの複数フレームを符号化するために、前記シーケンスの複数フレームの各々について、前記ビットストリーム中のフレーム・レベルでの第 2 の情報であって、前記フレームについて 1 または複数の空間リゾリューションのスケール・ファクタを示す第 2 の情報を出力すること、

前記スケール・ファクタを使用して前記複数フレームについてのマルチ空間リゾリューション符号化されたデータを出力することとを備え、

前記複数フレームは、少なくとも 1 つの I フレームおよび少なくとも 1 つの P フレームを備え、前記少なくとも 1 つの P フレームの各々は、前記少なくとも 1 つの I フレームのうち参照 I フレームを有し、前記少なくとも 1 つの P フレームを符号化する目的のために、前記少なくとも 1 つの P フレームの各々について、当該 P フレームについての前記 1 または複数の空間リゾリューションのスケール・ファクタは、当該 P フレームの参照 I フレームについての前記 1 または複数の空間リゾリューションのスケール・ファクタと同一であるように制約されることを特徴とする方法。

【請求項 20】

前記第 2 の情報は、固定長コードであることを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【請求項 21】

前記固定長コードは、前記 1 または複数の空間リゾリューションのスケール・ファクタの 4 つの可能な状態を表す 2 ビット・コードであることを特徴とする請求項 20 に記載の方法。

【請求項 22】

前記第 2 の情報は、可変長コードであることを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【請求項 23】

前記第 1 の情報は、シーケンス・ヘッダにおいてシグナルされることを特徴とする請求項 19 に記載の方法。

【請求項 24】

前記第 1 の情報は、前記シーケンス・ヘッダにおける 1 ビット・コードであることを特徴とする請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

前記ビットストリーム中の第 3 の情報であって、選択された再サンプリング・フィルタ

10

20

30

40

50

を示す第3の情報を出力することをさらに備えることを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項26】

前記1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、垂直空間リゾリューションのスケーリング・ファクタおよび水平空間リゾリューションのスケーリング・ファクタを備えることを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項27】

前記垂直空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、前記水平空間リゾリューションのスケーリング・ファクタと異なることを特徴とする請求項26に記載の方法。

【請求項28】

前記垂直空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、フルのリゾリューションおよび半分のリゾリューションを含む垂直空間リゾリューションのセットから選択されることを特徴とする請求項26に記載の方法。

【請求項29】

前記水平空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、フルのリゾリューションおよび半分のリゾリューションを含む水平空間リゾリューションのセットから選択されることを特徴とする請求項26に記載の方法。

【請求項30】

前記1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、少なくとも部分的に、ビットレート基準に基づいて適応して決定されることを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項31】

前記1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、少なくとも部分的に、高い周波数コンテンツの基準に基づいて適応して決定されることを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項32】

前記1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、少なくとも部分的に、量子化ステップ・サイズ基準に基づいて適応して決定されることを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項33】

前記第2の情報によって示される前記空間リゾリューションのスケーリング・ファクタに従ってマルチ空間リゾリューション符号化で前記複数フレームを符号化することをさらに備えることを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項34】

前記複数フレームのカレント・フレームをダウン・サンプリングすることであって、前記ダウン・サンプリングは低減したリゾリューションのフレームを生じることをさらに備えることを特徴とする請求項33に記載の方法。

【請求項35】

前記ダウン・サンプリングすることは、前記カレント・フレームに6タップ・フィルタを適用することを備えることを特徴とする請求項34に記載の方法。

【請求項36】

前記ダウン・サンプリングすることは、垂直方向でダウン・サンプリングするのに先立って水平方向でダウン・サンプリングすることを備えることを特徴する請求項34に記載の方法。

【請求項37】

前記複数フレームのカレント・フレームは、複数ラインを含み、前記カレント・フレームについての前記マルチ空間リゾリューション符号化は、前記複数ラインの各々におけるサンプルの数を、前記数がマクロブロックの倍数となるように調節することを含むことを特徴する請求項19に記載の方法。

【請求項38】

10

20

30

40

50

ビデオ・フレームのシーケンスのビットストリーム中の第1の情報であって、前記ビットストリーム中に第2の情報が存在するかどうかを示す第1の情報を受信する手段と、

前記ビットストリーム中に前記第2の情報が存在することを前記第1の情報が示す場合、前記シーケンスの複数フレームの各々について前記ビットストリーム中のフレーム・レベルでの第2の情報であって、1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタを示す第2の情報を受信し、前記スケーリング・ファクタを使用して前記複数フレームをマルチ空間リゾリューション復号化する手段であって、前記複数フレームは、少なくとも1つのIフレームおよび少なくとも1つのPフレームを備え、前記少なくとも1つのPフレームの各々は、前記少なくとも1つのIフレームのうち参照Iフレームを有し、前記少なくとも1つのPフレームの各々について、前記1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、当該Pフレームの参照Iフレームについての前記1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタと同一であるように制約される手段とを備えることを特徴とするシステム。

10

【請求項39】

ビデオ・フレームのシーケンスのビットストリーム中の第1の情報であって、前記ビットストリーム中に第2の情報が存在するかどうかを示す第1の情報を出力する手段と、

前記ビットストリーム中に前記第2の情報が存在することを前記第1の情報が示す場合、前記シーケンスの複数フレームの各々について、前記ビットストリーム中のフレーム・レベルでの第2の情報であって、前記フレームについて1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタを示す第2の情報を出力し、前記スケーリング・ファクタを使用して前記複数フレームについてマルチ空間リゾリューション符号化されたデータを出力する手段であって、前記複数フレームは、少なくとも1つのIフレームおよび少なくとも1つのPフレームを備え、前記少なくとも1つのPフレームの各々は、前記少なくとも1つのIフレームのうち参照Iフレームを有し、前記少なくとも1つのPフレームの各々について、前記1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタは、当該Pフレームの参照Iフレームについての前記1または複数の空間リゾリューションのスケーリング・ファクタと同一であるように制約される手段と

20

を備えることを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明はマルチ・リゾリューション (multi-resolution: 複数解像度) ・ビデオ符号化および復号化 (multi-resolution video coding and decoding) に関する。例えば、ビデオ符号器はビデオ・フレーム・サイズを適応して変更して、低ビットレートでのブロッキング・アーティファクト (blocking artifacts) を低減する。

【背景技術】

【0002】

デジタル・ビデオは大量の記憶および伝送容量を消費する (使い尽くす)。通常の生のデジタル・ビデオ・シーケンスは毎秒15または30フレームを含む。各フレームは数万または数十万のピクセル (ペルとも呼ばれる) を含むことがある。各ピクセルは画像の極めて小さい要素を表現する。生の形式では、コンピュータは一般にピクセルを24ビットで表現する。したがって、通常の生のデジタル・ビデオ・シーケンスの1秒あたりのビット数またはビットレートは、5百万ビット/秒以上になる可能性がある。

40

【0003】

大抵のコンピュータおよびコンピュータ・ネットワークは、生のデジタル・ビデオを処理するためのリソース (資源) が不足している。このため、エンジニアは圧縮 (コード化または符号化とも呼ばれる) を使用して、デジタル・ビデオのビットレートを低減する。圧縮を可逆的 (lossless) にすることができ、これにおいてはビデオの品質は悪くならないが、ビットレートの低減がビデオの複雑性によって制限される。または、圧縮を不可逆的 (lossy) にすることができ、これにおいてはビデオの品質が悪くなるが、ビットレ

50

トの低減は、可逆的圧縮における結果に対して、より劇的である。圧縮解除は圧縮を逆に
する。

【 0 0 0 4 】

一般に、ビデオ圧縮テクニック (techniques ; 技術、方法) は、イントラ・フレーム (フレーム内) 圧縮およびインター・フレーム (フレーム間) 圧縮を含む。イントラ・フレーム圧縮テクニックは個々のフレームを圧縮し、これらは通常、Iフレーム、キー・フレームまたは参照フレームと呼ばれる。インター・フレーム圧縮テクニックは、先行および/または後に続くフレームを参照してフレームを圧縮し、通常は予測フレーム、PフレームまたはBフレームと呼ばれる。

【 0 0 0 5 】

多くのイントラ・フレームおよびインター・フレーム圧縮テクニックは、ブロック・ベースである。ビデオ・フレームは符号化のために複数のブロックに分割される。例えば、Iフレームが 8×8 ブロックに分割され、これらのブロックが圧縮される。または、Pフレームが 16×16 マクロブロック (例えば、4つの 8×8 ルミナンス・ブロックおよび2つの 8×8 クロミナンス・ブロック) に分割され、これらのマクロブロックが圧縮される。異なる実装は異なるブロック構成を使用することができる。

【 0 0 0 6 】

【特許文献1】米国特許第6,499,060号明細書

【特許文献2】米国特許第6,418,166号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

標準ビデオ符号器は、目標レートがあるしきい値より下に落ちたとき、性能が劇的な劣化を受ける。ブロック・ベースのビデオ圧縮および圧縮解除では、量子化および他の不可逆的処理ステージが、一般にブロッキング・アーティファクト、すなわち複数のブロックの間の知覚可能な不連続性として現れる歪み、をもたらす。低いビットレートでは、Iフレームのブロックについての高い周波数情報がひどく歪まされるか、あるいは完全に失われる可能性がある。同様に、Pフレーム (動き推定または他の予測によって予測されなかったPフレームの一部分) のブロックの残差についての高い周波数情報がひどく歪まされるか、あるいは完全に失われる可能性がある。結果として、著しいブロッキング・アーティファクトが「低域通過」領域において生じる可能性があり、再構築されたビデオの品質において相当な低下を引き起こす可能性がある。

【 0 0 0 8 】

いくつかの以前の符号器は、再構築されたフレームをデブロッキング・フィルタ (deblocking filter ; ブロック化除去フィルタ) により処理することによって、ブロッキング・アーティファクトの知覚可能性を低減しようと試みている。デブロッキング・フィルタは、複数のブロックの間の境界を平滑化する。デブロッキング・フィルタは、知覚されるビデオ品質を改善することができるが、これはいくつかの欠点を有する。例えば、そのフィルタは、復号器において再構築された出力においてのみ、機能する。したがって、ループ内デブロッキングを使用中であるときでさえ、デブロッキングの効果を、カレント・フレームについての動き推定、動き補償または変換符号化のプロセスに要素として組み込むことができない。他方では、後処理フィルタによるカレント・フレームの平滑化 (すなわち、ループ外デブロッキング) は極端になり過ぎる可能性があり、平滑化プロセスは不要な計算の複雑性を導入する。

【 0 0 0 9 】

ビデオ圧縮およびデジタル・ビデオへの圧縮解除についての決定的な重要性を考えると、ビデオ圧縮および圧縮解除は十分に開発された分野であることは驚くべきことではない。しかし、以前のビデオ圧縮および圧縮解除テクニックの利点は何であれ、これらは以下のテクニックおよびツールの利点を有していない。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

要約すると、詳細な説明は、マルチ・リゾリューション・ビデオ符号化のための様々なテクニックおよびツールを対象とする。例えば、ビデオ符号器はビデオ・フレーム・サイズを適応して変更して、低いビットレードでのブロックング・アーティファクトを低減する。それを行うと、符号器はブロックング・アーティファクトを低減するが、ブロックング・アーティファクトより知覚可能性が低く、不愉快さが少ないブラーリング (blurring ; 不鮮明化) を増す可能性がある。様々なテクニックおよびツールを組み合わせ、あるいは独立して使用することができる。

【 0 0 1 1 】

一態様では、ビデオ符号器はビデオを、多数の空間リゾリューションのうちのいずれかで符号化する。符号器は、多数のビデオ・フレームのシーケンスにおける少なくとも 1 つのフレームを第 1 の空間リゾリューションで符号化し、少なくとも 1 つの他のフレームを第 2 の空間リゾリューションで符号化する。第 2 の空間リゾリューションは第 1 の空間リゾリューションとは異なり、符号器は第 2 の空間リゾリューションを多数の空間リゾリューションのセットから選択して、ビデオ・フレームのシーケンスにおけるブロックング・アーティファクトを低減する。

10

【 0 0 1 2 】

その他の態様では、符号器はフレームの第 1 の部分を第 1 の空間リゾリューションで符号化し、フレームの第 2 の部分を第 2 の空間リゾリューションで符号化する。第 2 の空間リゾリューションは第 1 の空間リゾリューションとは異なる。

20

【 0 0 1 3 】

その他の態様では、ビデオ符号器は、第 1 の空間リゾリューションで符号化された第 1 のフレームについて第 1 の空間リゾリューションを示す第 1 のコードをビットストリームに含み、第 2 の空間リゾリューションで符号化された第 2 のフレームについて第 2 の空間リゾリューションを示す第 2 のコードをビットストリームに含む。第 2 の空間リゾリューションは第 1 の空間リゾリューションとは異なり、符号器は第 2 の空間リゾリューションを多数の空間リゾリューションのセットから選択して、ビデオ・フレームのシーケンスにおけるブロックング・アーティファクトを低減する。

【 0 0 1 4 】

その他の態様では、符号器は、フレームの第 1 の部分について第 1 の空間リゾリューションを示す第 1 のシグナルをビットストリームに含み、フレームの第 2 の部分について第 2 の空間リゾリューションを示す第 2 のシグナルをビットストリームに含む。第 2 の空間リゾリューションは第 1 の空間リゾリューションとは異なる。

30

【 0 0 1 5 】

その他の態様では、復号器はマルチ・リゾリューションのシグナルを、多数の符号化されたフレームのビデオ・シーケンスのためのシーケンス・ヘッダにおいて受信する。マルチ・リゾリューションのシグナルは、複数のフレームが複数の空間リゾリューションで符号化されるかどうかを示す。複数のフレームが複数の空間リゾリューションで符号化される場合、復号器は第 1 の符号化されたフレームを第 1 の空間リゾリューションで復号化し、第 2 の符号化されたフレームを第 2 の空間リゾリューションで復号化する。

40

【 0 0 1 6 】

その他の態様では、復号器は、符号化されたフレームの第 1 の部分を第 1 の空間リゾリューションで復号化し、符号化されたフレームの第 2 の部分を第 2 の空間リゾリューションで復号化する。第 2 の空間リゾリューションは第 1 の空間リゾリューションとは異なる。

【 0 0 1 7 】

その他の態様では、符号器または復号器はビデオ・イメージのためのピクセル・データを受信し、ビデオ・イメージの空間リゾリューションを適応して変更するが、これは、再サンプリングされたピクセル・データを、6 タップ・ダウン・サンプリング・フィルタまたは 10 タップアップサンプリングフィルタを使用して計算することを含む。

【 0 0 1 8 】

50

追加の特徴および利点は、添付の図面を参照して進行する、以下の様々な実施形態の詳細な説明から明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明の詳細な実施形態は、マルチ・リゾリューション・ビデオ符号化および復号化を対象とする。例えば、ビデオ符号器はビデオ・フレーム・サイズを適応して変更して、低いビットレードでのブロッキング・アーティファクトを低減する。それを行う際に、符号器はブロッキング・アーティファクトを低減するが、ブラーリングを増す可能性があり、これはブロッキング・アーティファクトより知覚可能性が低く、より好ましくないものではない。

10

【0020】

いくつかの実施形態では、符号器はマルチ・リゾリューション符号化テクニックおよびツールを使用して、入力フレームを異なる空間リゾリューションで符号化する。例えば、一実装態様では、符号器はフレームを最大の元のリゾリューションで符号化したり、水平方向において2分の1にダウン・サンプリングされたリゾリューションで符号化したり、垂直方向において2分の1にダウン・サンプリングされたリゾリューションで符号化したり、あるいは水平方向および垂直方向において2分の1にダウン・サンプリングされたリゾリューションで符号化したり、する。別法として、符号器は、元のリゾリューションに対してある他のファクタ (factor) によって符号化されたフレームのリゾリューションを減らすかあるいは増したり、現在のリゾリューションに対してあるファクタにより符号化されたフレームのリゾリューションを減らすかあるいは増したり、あるいはある他のテクニックを使用してリゾリューションを設定したり、する。復号器は、符号化されたフレームを、対応するテクニックを使用して復号化する。

20

【0021】

いくつかの実施形態では、符号器はフレームのための空間リゾリューションを、フレーム毎のベースで、あるいはある他のベースで選択する。復号器は対応する調整を実行する。

【0022】

いくつかの実施形態では、符号器は空間リゾリューションを、ある基準 (例えば、ビットレイト、フレーム・コンテンツなど) を評価することによって選択する。

【0023】

様々なテクニックおよびツールを組み合わせ、あるいは独立して使用することができる。個々の実施形態は、説明するテクニックおよびツールのうち1つまたは複数を実装する。異なるテクニックおよびツールを組み合わせ、独立して、あるいは他のテクニックおよびツールと共に使用することができる。

30

【0024】

I. コンピューティング環境

図1は、説明する実施形態を実装することができる、適切なコンピューティング環境 (100) の汎用的な実施例を例示する。コンピューティング環境 (100) は、本発明の用途または機能性の範囲についていかなる限定をも示唆するように意図されない、これは、本発明を多様な汎用または専用コンピューティング環境において実装することができるからである。

40

【0025】

図1を参照すると、コンピューティング環境 (100) は少なくとも1つの処理装置 (110) およびメモリ (120) を含む。図1では、この最も基本的な構成 (130) が破線内に含まれる。処理装置 (110) はコンピュータ実行可能命令を実行し、実際または仮想のプロセッサにすることができる。マルチ処理システムでは、マルチ処理装置は、処理能力を増すためのコンピュータ実行可能命令を実行する。メモリ (120) を揮発性メモリ (例えば、レジスタ、キャッシュ、RAM)、不揮発性メモリ (例えば、ROM、EEPROM、フラッシュメモリなど)、またはこれら2つのある組合せにすることができる。メモリ (120) は、マルチ・リゾリューション符号化および/または復号化テクニ

50

ックを実装するソフトウェア(180)を格納する。

【0026】

コンピューティング環境は追加の機能を有することができる。例えば、コンピューティング環境(100)はストレージ(140)、1つまたは複数の入力デバイス(150)、1つまたは複数の出力デバイス(160)、および1つまたは複数の通信接続(170)を含む。バス、コントローラ、またはネットワークなど、相互接続メカニズム(図示せず)がコンピューティング環境(100)の複数のコンポーネントを相互接続する。通常、オペレーティング・システム・ソフトウェア(図示せず)は、コンピューティング環境(100)において実行する他のソフトウェアのためのオペレーティング環境を提供し、コンピューティング環境(100)のコンポーネントの活動を調整する。

10

【0027】

ストレージ(140)をリムーバルまたは非リムーバルにすることができ、これには磁気ディスク、磁気テープまたはカセット、CD-ROM、CD-RW、DVD、または情報を格納するために使用することができ、コンピューティング環境(100)内でアクセスすることができるいずれかの他の媒体が含まれる。ストレージ(140)は、マルチ・リゾリューション符号化および/または復号化テクニックを実装するソフトウェア(180)のための命令を格納する。

【0028】

入力デバイス(150)を、キーボード、マウス、ペンまたはトラック・ボールなどのタッチ入力デバイス、音声入力デバイス、スキャニング・デバイス、ネットワーク・アダプタ、または、入力をコンピューティング環境(100)に提供する別のデバイスにすることができ。ビデオでは、入力デバイス(150)をTVチューナー・カード、カメラ・ビデオ・インターフェース、または、ビデオ入力をアナログまたはデジタル形式で受け入れる類似のデバイス、または、ビデオ入力をコンピューティング環境に提供するCD-ROM/DVDリーダにすることができ。出力デバイス(160)を、ディスプレイ、プリンタ、スピーカ、CD/DVDライター、ネットワーク・アダプタ、または、コンピューティング環境(100)からの出力を提供する別のデバイスにすることができ。

20

【0029】

通信接続(170)は、ある通信媒体を介した別のコンピューティング・エンティティへの通信を可能にする。通信媒体は、コンピュータ実行可能命令、圧縮されたビデオ情報、または変調データ信号における他のデータなどの情報を搬送する。変調データ信号は、その特性の1つまたは複数が、情報を信号において符号化するように設定または変更されている信号である。例として、限定ではなく、通信媒体には、電氣的、光学、RF、赤外線、音響または他の搬送波内に実装されたワイヤードまたはワイヤレス・テクニックが含まれる。

30

【0030】

本発明をコンピュータ可読媒体の一般的なコンテキストで説明することができる。コンピュータ可読媒体は、コンピューティング環境内でアクセスすることができる任意の使用可能な媒体である。例として、限定ではなく、コンピューティング環境(100)内でコンピュータ可読媒体は、メモリ(120)、ストレージ(140)、通信媒体、および上記のいずれかの組合せを含む。

40

【0031】

本発明を、対象とする実際または仮想のプロセッサ上のコンピューティング環境内で実行されるプログラム・モジュールに含まれたコンピュータ実行可能命令の一般的なコンテキストで説明することができる。一般に、プログラム・モジュールには、ルーチン、プログラム、ライブラリ、オブジェクト、クラス、コンポーネント、データ構造など、特定のタスクを実行するか、あるいは特定の抽象データ型を実施するものが含まれる。プログラム・モジュールの機能性を複数のプログラム・モジュールの間で、様々な実施形態において望ましいように結合または分割することができる。プログラム・モジュールのためのコンピュータ実行可能命令を、ローカルまたは分散コンピューティング環境内で実行するこ

50

とができる。

【 0 0 3 2 】

提示のために、詳細な説明は「設定する (set)」、「選択する (choose)」、「符号化する (encode)」および「復号化する (decode)」という用語を使用して、コンピューティング環境におけるコンピュータ・オペレーションを説明する。これらの用語は、コンピュータによって実行されたオペレーションについての高レベルの抽象であり、人間によって実行される行為 (acts) と混同されるべきではない。これらの用語に対応する実際のコンピュータ・オペレーションは、実装に応じて変わる。

【 0 0 3 3 】

II . ビデオ符号器および復号器の実施例

様々な実施形態におけるテクニックおよびツールを、ビデオ符号器 (encode) および / または復号器 (decoder) に実装することができる。ビデオ符号器および復号器は、それらの内に異なるモジュールを含むことができ、複数の異なるモジュールが互いに多数の異なる方法で関係し、通信することができる。以下で説明するモジュールおよび関係は例示的である。

【 0 0 3 4 】

実装および所望の圧縮のタイプに応じて、符号器または復号器のモジュールを追加し、省略し、多数のモジュールに分割し、他のモジュールと結合し、かつ / または同様のモジュールと置き換えることができる。代替実施形態では、異なるモジュールおよび / または他のモジュールの構成を有する符号器または復号器は、説明するテクニックの 1 つまたは

【 0 0 3 5 】

例示する符号器および復号器はブロック・ベースであり、4 : 2 : 0 マクロブロック・フォーマットを使用し、各マクロブロックは 4 つの 8 × 8 ルミナンス・ブロック (時として、1 つの 16 × 16 マクロブロックとして扱われる)、および、2 つの 8 × 8 クロミナンス・ブロックを含む。別法として、符号器および復号器はオブジェクト・ベースであり、異なるマクロブロックまたはブロック・フォーマットを使用し、あるいは、8 × 8 ブロックおよび 16 × 16 マクロブロックとは異なるサイズまたは構成のピクセルのセットにおいてオペレーションを実行する。

【 0 0 3 6 】

A . ビデオ符号器の実施例

符号器は、カレント・フレームを含むビデオ・フレームのシーケンスを受信し、圧縮されたビデオ情報を出力として生成する。符号器は、予測フレームおよびキー・フレームを圧縮する。符号器のコンポーネントの多数が、キー・フレームおよび予測フレームの両方を圧縮するために使用される。これらのコンポーネントによって実行される厳密なオペレーションは、圧縮中されている情報のタイプに応じて異なる可能性がある。

【 0 0 3 7 】

予測フレーム (P フレーム、双方向予測では B フレーム、またはインター (フレーム間) 符号化フレーム (inter-coded frame) と呼ばれる) が、1 つまたは複数の他のフレームからの予測 (または差) に関して表現される。予測残差は、予測されたものと元のフレームの間の差である。対照的にキー・フレーム (I フレーム、イントラ (フレーム内) 符号化フレーム (intra-coded frame) と呼ばれる) は、他のフレームに関係なく圧縮される。

【 0 0 3 8 】

いくつかの実施形態の中の図 2 を参照すると、カレント・フレーム (205) を符号化する符号器 (200) は、マルチ・リゾリューション符号化のためのリゾリューション変換器 (210) を含む。リゾリューション変換器 (210) はカレント・フレーム (205) を入力として受信し、変換されたフレームはもちろん、マルチ・リゾリューション・パラメータ (215) を出力する。カレント・フレーム (205) が予測フレームである場合、リゾリューション変換器 (230) は、入力としてカレント・フレーム (205) のための参

照フレーム(225)を受信し、変換された参照フレームを出力する。

【0039】

リゾリューション変換器(210)および(230)は、他の符号化モジュール(240)と通信し、他の符号化モジュール(240)は、リゾリューション変換器(210)および(230)によって提供されたマルチ・リゾリューション符号化情報(例えば、マルチ・リゾリューション・パラメータ(215))に部分的に基づく出力(245)(例えば、ピクセル・ブロック・データ、モーション・ベクトル、残差など)を生成する。

【0040】

他の符号器モジュール(240)には例えば、動き推定器、動き補償器、周波数変換器、量子化器、フレーム・ストアおよびエントロピー符号器を含むことができる。

10

【0041】

カレント・フレーム(205)が前方予測フレームである場合、動き推定器は、参照フレーム(225)に対するカレント・フレーム(205)のマクロブロックまたは他のピクセルのセットの動きを、推定する。この場合の参照フレームは、フレーム・ストアにバッファリングされた、再構築された以前のフレームである。代替実施形態では、参照フレーム(225)は後のフレームであり、あるいはカレント・フレーム(205)は双方向に予測される。動き補償器は、動き情報を再構築された以前のフレームに適用して、動き補償されたカレント・フレームを形成する。しかし、予測はめったに完全ではなく、動き補償されたカレント・フレームと元のカレント・フレーム(205)の間の差異は、予測残差である。別法として、動き推定器および動き補償器は別のタイプの動き推定/補償を適用する。

20

【0042】

周波数変換器は、空間領域ビデオ情報(spatial domain video information)を周波数領域(frequency domain)(すなわち、スペクトル)データに変換する。ブロック・ベースのビデオ・フレームでは、周波数変換器は離散コサイン変換(DCT)をピクセル・データのブロックまたは予測残差データに適用し、DCT係数のブロックを生成する。別法として、周波数変換器は、フーリエ変換などの別の従来の周波数変換を適用し、あるいはウェーブレットまたはサブ・バンド解析(analysis)を使用する。

【0043】

次いで、量子化器はスペクトル・データ係数のブロックを量子化する。量子化器はフレーム毎のベースで、あるいは他のベースで変わるステップ・サイズを使用して、スペクトル・データに対して一様のスカラ量子化を適用する。別法として、量子化器は、非一様、ベクトル、または非適応量子化などの別のタイプの量子化をスペクトル・データ係数に適用したり、あるいは、周波数変換を使用しない符号器システムにおいて空間領域データを直接量子化したり、する。適応量子化に加えて、符号器(200)はフレーム・ドロップ、適応フィルタリング、またはレート・コントロールのための他のテクニックを使用することができる。

30

【0044】

再構築されたカレント・フレームが、後続の動き推定/補償のために必要とされるとき、符号器(200)のモジュールはカレント・フレーム(205)を再構築し、これは通常、フレームを符号化するために使用されたテクニックの逆を実行する。フレーム・ストアは、再構築されたカレント・フレームを、次のフレームの予測において使用するためにバッファリングする。

40

【0045】

エントロピー符号器は、量子化器の出力ならびにある副情報(例えば、動き情報、量子化ステップ・サイズなど)を圧縮する。通常のエントロピー符号化テクニックには、算術符号化、差分符号化、ハフマン符号化、ラン・レングス符号化、LZ符号化、辞書型符号化、および上記の組合せまたは変形物が含まれる。エントロピー符号器は通常、異なる種類の情報について異なる符号化テクニックを使用し、特定の符号化テクニック内の多数のコード・テーブルの中から選択することができる。

50

【 0 0 4 6 】

いくつかの実施形態における他の符号器モジュール (2 4 0) についての追加の詳細については、2 0 0 1 年 5 月 3 日出願の「DYNAMIC FILTERING FOR LOSSY COMPRESSION」という名称の米国特許出願第 0 9 / 8 4 9 , 5 0 2 号、1 9 9 8 年 1 1 月 3 0 日出願の「EFFICIENT MOTION VECTOR CODING FOR VIDEO COMPRESSION」という名称の米国特許出願第 0 9 / 2 0 1 , 2 7 8 号、特許文献 1 および特許文献 2 を参照されたい。これらの各開示は参照により本明細書に組み込まれる。

【 0 0 4 7 】

B . ビデオ復号器の実施例

図 3 を参照すると、復号器 (3 0 0) は、圧縮されたビデオ・フレームのシーケンスについての情報を受信し、再構築されたフレームを含む出力を生成する。復号器 (3 0 0) は、予測フレームおよびキー・フレームを圧縮解除する。復号器 (3 0 0) のコンポーネントの多数が、キー・フレームおよび予測フレームの両方を圧縮解除するために使用される。これらのコンポーネントによって実行される厳密なオペレーションは、圧縮されている情報のタイプに応じて変わる可能性がある。

【 0 0 4 8 】

いくつかの実施形態では、カレント・フレーム (3 0 5) を再構築する復号器 (3 0 0) は、マルチ・リゾリューション復号化のためのリゾリューション変換器 (3 1 0) を含む。リゾリューション変換器 (3 1 0) は、復号化されたフレーム (3 1 5) を入力として取り、再構築されたカレント・フレーム (3 0 5) を出力する。

【 0 0 4 9 】

カレント・フレーム (3 0 5) が予測フレームである場合、リゾリューション変換器 (3 3 0) は入力として、マルチ・リゾリューション・パラメータ (3 1 5) およびカレント・フレーム (3 0 5) のための参照フレーム (3 2 5) を受信する。リゾリューション変換器 (3 3 0) は、参照フレーム情報を他の復号器モジュール (3 4 0) に出力する。他の復号器モジュール (3 4 0) は参照フレーム情報を、符号器から受信された動きベクトル、残差など (3 4 5) と共に使用して、カレント・フレーム (3 0 5) を復号化する。

【 0 0 5 0 】

他の復号器モジュール 3 4 0 には、例えば、バッファ、エントロピー復号器、動き補償器、フレーム・ストア、逆量子化器および逆周波数変換器を含むことができる。

【 0 0 5 1 】

バッファは、圧縮されたビデオ・シーケンスについての情報 (3 4 5) を受信し、受信された情報をエントロピー復号器で使用可能にする。バッファは通常、情報を、経時的にかなり一定であるレートで受信し、帯域幅または伝送における短期変動を平滑化するためのジッタ・バッファを含む。バッファは、再生バッファおよび他のバッファも含むことができる。別法として、バッファは情報を、変化するレートで受信する。

【 0 0 5 2 】

エントロピー復号器は、エントロピー符号化された量子化データ、ならびに、エントロピー符号化された副情報 (例えば、動き情報、量子化ステップ・サイズなど) を復号化し、通常は、符号器において実行されたエントロピー符号化の逆を適用する。エントロピー復号器はしばしば、異なる種類の情報について異なる復号化テクニックを使用し、特定の復号化テクニック内の多数のコード・テーブルの中から選択することができる。

【 0 0 5 3 】

再構築されるフレームが前方予測フレームである場合、動き補償器は動き情報を参照フレームに適用して、再構築中であるフレームの予測を形成する。例えば、動き補償器はマクロブロック動きベクトルを使用して、参照フレームにおけるマクロブロックを見つけ出す。フレーム・バッファは、以前の再構築されたフレームを、参照フレームとして使用するために格納する。別法として、動き補償器は別のタイプの動き補償を適用する。動き補償器による予測はめったに完全ではなく、そのため復号器はまた予測残差をも再構築する。

【0054】

復号器が、再構築されたフレームを後続の動き補償のために必要とするとき、フレーム・ストアは、再構築されたフレームを、次のフレームの予測において使用するためにバッファリングする。

【0055】

逆量子化器は、エントロピー復号化されたデータを逆量子化する。一般には、逆量子化器は、フレーム毎のベースで、あるいは他のベースで変わるステップ・サイズを使用して、エントロピー復号化されたデータに対して一様のスカラ逆量子化を適用する。別法として、逆量子化器は、非一様、ベクトル、または非適応逆量子化などの別のタイプの逆量子化をデータに適用したり、あるいは空間領域データを、逆周波数変換を使用しない復号器システムにおいて直接逆量子化したり、する。

10

【0056】

逆周波数変換器は、量子化された周波数領域データを空間領域ビデオ情報に変換する。ブロック・ベースのビデオ・フレームでは、逆周波数変換器は、逆DCT(IDCT)をDCT係数のブロックに適用し、それぞれキー・フレームまたは予測フレームのためのピクセル・データまたは予測残差データを生成する。別法として、周波数変換器は、フーリエ変換などの別の従来の逆周波数変換を適用し、あるいはウェーブレットまたはサブ・バンド統合(synthesis)を使用する。

【0057】

いくつかの実施形態における他の復号器モジュール(340)についての追加の詳細については、2001年5月3日出願の「DYNAMIC FILTERING FOR LOSSY COMPRESSION」という名称の米国特許出願第09/849,502号、1998年11月30日出願の「EFFICIENT MOTION VECTOR CODING FOR VIDEO COMPRESSION」という名称の米国特許出願第09/201,278号、特許文献1および特許文献2を参照されたい。

20

【0058】

III. マルチ・リゾリューション・ビデオ符号化および復号化

マルチ・リゾリューション符号化では、符号器が入力フレームを異なる空間リゾリューションで符号化する。符号器はフレームのための空間リゾリューションを、フレーム毎のベースで、あるいは他のベースで選択する。いくつかの実施形態では、符号器は空間リゾリューションを、以下の観測に基づいて選択する。

30

1. ビットレートが減るにつれて、より低い空間リゾリューションでの符号化での利点が増す。

2. 量子化ステップ・サイズが増すにつれて、より低い空間リゾリューションでの符号化での利点が増す。

3. ダウン・サンプリングが高い周波数情報を廃棄するので、ダウン・サンプリングは時として、知覚的に重要な高い周波数コンテンツ(例えば、「強いエッジ」、テキストなど)を有するフレームには、あまり適していない。

4. フレームが低域特性を有する場合、あるいはフレームがノイズのような高い周波数コンテンツを有する場合、ダウン・サンプリングが適切である可能性がある。

【0059】

40

いくつかの実施形態では、符号器はカレント・フレームのビットレート、量子化器ステップ・サイズおよび高い周波数エネルギーについての方向づけ(orientation)/大きさを使用して、空間リゾリューションを選択する。例えば、カレント・フレームの水平の高い周波数成分の大きさが大きい垂直の高い周波数成分の大きさが小さい場合、符号器は垂直ダウン・サンプリングを選択する。他の実施形態では、符号器は参照フレームからの情報を(カレント・フレームからの情報の代わりに、あるいはこれと組み合わせて)使用して、空間リゾリューションを選択する。別法として、符号器は上の基準のいくつかまたはすべてを省略するか、上の基準のいくつかの代わりに他の基準を使用するか、あるいは追加の基準を使用して空間リゾリューションを選択することができる。

【0060】

50

符号器がカレント・フレームのための空間リゾリューションを選択した後、符号器は、これを符号化する前に、元のフレームを所望のリゾリューションへ再サンプリングする。カレント・フレームが予測フレームである場合、符号器はまた予測フレームのための参照フレームも、カレント・フレームの新しいリゾリューションに合致するように再サンプリングする。次いで、符号器はリゾリューションの選択を復号器に送信する。一実装では、6タップ・フィルタがダウン・サンプリングのために使用され、10タップ・フィルタがアップ・サンプリングのために使用され、これらのフィルタは、組み合わせることによって、再構築されたビデオの品質を高めるように設計される。別法として、他のフィルタが使用される。

【0061】

10

図4は、フレームのマルチ・リゾリューション符号化のためのテクニック(400)を示す。図2の符号器(200)などの符号器は、フレームのためのリゾリューションを設定する(410)。例えば、符号器は、上に挙げた基準または他の基準を考慮する。

【0062】

次いで、符号器は、フレーム(420)をそのリゾリューションで符号化する。符号化が完了した場合(430)、符号器は終了する。そうでない場合、符号器が次のフレームのためのリゾリューションを設定し(410)、符号化を継続する。別法として、符号器はリゾリューションをフレーム・レベル以外のあるレベルに設定する。

【0063】

いくつかの実施形態では、符号器は予測フレームならびにイントラ・フレームを符号化する。図6は、イントラ・フレームおよび予測フレームのマルチ・リゾリューション符号化のためのテクニック(600)を示す。

20

【0064】

最初に、符号器は、符号化されるカレント・フレームがIフレームであるかPフレームであるかをチェックする(610)。カレント・フレームがIフレームである場合、符号器はカレント・フレームのためのリゾリューションを設定する(620)。フレームがPフレームである場合、符号器は、カレント・フレームのためのリゾリューションを設定する(620)前に、参照フレームのためのリゾリューションを設定する(630)。

【0065】

カレント・フレームのためのリゾリューションを設定した後(620)、符号器はカレント・フレームをそのリゾリューションで符号化する(640)。符号化が完了した場合(650)、符号器は終了する。そうでない場合、符号器は符号化を継続する。

30

【0066】

いくつかの実装では、符号器は、以下のリゾリューションのうち1つで選択的にフレームを符号化する。すなわち、1)最大リゾリューション、2)水平方向において2のファクタでダウン・サンプリングされたリゾリューション、3)垂直方向において2のファクタでダウン・サンプリングされたリゾリューション、または4)水平方向および垂直方向において2のファクタでダウン・サンプリングされたリゾリューション、である。別法として、符号器は、リゾリューションをある他のファクタ(例えば、2のべき乗ではないもの)により減らすかあるいは増したり、追加の使用可能なリゾリューションを有したり、あるいはある他のテクニックを使用してリゾリューションを設定したり、する。符号器は各フレームのためのリゾリューションを、元のイメージ・サイズに対して設定する。別法として、符号器はフレームのためのリゾリューションを、以前のフレームのリゾリューションまたは以前のリゾリューション設定に対して設定し、すなわち、符号器は、以前のリゾリューションに対してリゾリューションを漸進的に(progressively)変更する。

40

【0067】

復号器は、符号化されたフレームを復号化し、必要な場合、フレームを表示前にアップ・サンプリングする。符号化されたフレームのリゾリューションのように、復号化されたフレームのリゾリューションを多数の異なる方法において調整することができる。

【0068】

50

図5は、フレームのマルチ・リゾリューション復号化のためのテクニック(500)を示す。図3の復号器(300)などの復号器は、フレームのためのリゾリューションを設定する(510)。例えば、復号器はリゾリューション情報を符号器から得る。

【0069】

次いで、復号器は、フレームをそのリゾリューションで復号化する(520)。復号化が完了した場合(530)、復号器は終了する。そうでない場合、復号器は次のフレームのためのリゾリューションを設定し(510)、復号化を継続する。別法として、復号器はリゾリューションをフレーム・レベル以外のあるレベルに設定する。

【0070】

いくつかの実施形態では、復号器は予測フレームならびにイントラ・フレームを復号化する。図7は、イントラ・フレームおよび予測フレームのマルチ・リゾリューション復号化のためのテクニック(700)を示す。

【0071】

最初に、復号器は、復号化されるカレント・フレームがIフレームであるかPフレームであるかをチェックする(710)。カレント・フレームがIフレームである場合、復号器はカレント・フレームのためのリゾリューションを設定する(720)。フレームがPフレームである場合、復号器は、カレント・フレームのためのリゾリューションを設定する(720)前に、参照フレームのためのリゾリューションを設定する(730)。

【0072】

参照フレームのためのリゾリューションを設定した後(720)、復号器はカレント・フレームをそのリゾリューションで復号化する(740)。復号化が完了した場合(750)、復号器は終了する。そうでない場合、復号器は復号化を継続する。

【0073】

復号器は通常、符号器で使用されたリゾリューション、例えば、上述のリゾリューションのうち1つでフレームを復号化する。別法として、復号器で使用可能なリゾリューションは、符号器で使用されたものと厳密に同じではない。

【0074】

A. シグナリング

マルチ・リゾリューション符号化されたフレームを復号化するための十分な情報を復号器に提供するために、符号器はビット・ストリーム・シグナリングを使用する。例えば、符号器は、フレームのシーケンスがマルチ・リゾリューション符号化を使用して符号化されるかどうかを示し、かつ/または、シーケンス内で符号化されたフレームのリゾリューションを示すシグナルを、1つまたは複数のフラグまたはコードの形式で送信することができる。別法として、符号器はマルチ・リゾリューション符号化を、シーケンス・レベル以外のあるレベルで可能/不可能にし、かつ/またはリゾリューションをフレーム・レベル以外のあるレベルで設定する。

【0075】

図8は、フレームのシーケンスをマルチ・リゾリューション符号化により符号化する際に、シグナルを送信するためのテクニック(800)を示す。符号器は次のシーケンス・ヘッダを入力として取り(810)、マルチ・リゾリューション符号化がこのシーケンスに対して可能にするべきであるかどうかを決定する(820)。

【0076】

符号器が、マルチ・リゾリューション符号化をこのシーケンスに対して使用中でない場合、符号器は、そのシーケンスのシグナルをそれに応じて設定し(830)、そのシーケンス内のフレームを符号化する(840)。

【0077】

符号器がマルチ・リゾリューション符号化を使用中である場合、符号器はシーケンスのシグナルをそれに応じて設定する(850)。次いで、符号器はそのシーケンス内のフレームを、そのフレームの水平および/または垂直リゾリューション用のスケーリング・ファクタを示すシグナルに従って、(例えば、図4または図6を参照して上述したように)符号

10

20

30

40

50

化する。

【 0 0 7 8 】

符号化が完了した場合（ 8 7 0 ）、符号器は終了する。そうでない場合、符号器は次のシーケンスを符号化する。

【 0 0 7 9 】

いくつかの実施形態では、符号器は、マルチ・リゾリューション符号化がフレームのシーケンスのために可能にされるかどうかを示す 1 ビットを送信する。次いで、そのシーケンス内のフレームについて、I フレームおよび P フレームの各々について指定されたフィールドにおけるコードが、最大リゾリューション・フレームに対するそのフレームのリゾリューション用のスケール・ファクタを指定する。一実装では、そのコードは固定長コードである。表 1 は、スケール・ファクタが、RESPIC FLC というラベルが付けられたフィールドにおいてどのように符号化されるかを示している。

【 0 0 8 0 】

【表 1】

表 1 : 画 像 リ ゾ ル ー シ ョ ン ・ コ ー ド 表

RESPIC FLC	水 平 ス ケ ー ル	垂 直 ス ケ ー ル
00	最 大	最 大
01	半 分	最 大
10	最 大	半 分
11	半 分	半 分

【 0 0 8 1 】

別法として、符号器は、フレーム・リゾリューションへの調整をシグナルで送るもう 1 つの方法（例えば、可変長コード）を使用する。実装および可能なリゾリューションの数に応じて、符号器は追加のシグナル・コードまたはより少ない数のシグナル・コードを使用することができ、あるいは水平および垂直リゾリューションについて異なるコードを使用することができる。さらに、可能なリゾリューションの相対的確率に応じて、符号器はコードの長さを調整することができる（例えば、より短いコードを、最も可能性の高いリゾリューションに割り当てる）。さらに、符号器はシグナルを他の目的のために使用することができる。例えば、符号器はシグナル（例えば、固定または可変長コード）を使用して、複数のフィルタが使用可能である状況においてどのフィルタが再サンプリングのために使用されるべきであるかを示すことができる。符号器はこのようなシグナルを使用して、使用可能な、あらかじめ定義されたフィルタまたはカスタム・フィルタのうちどちらを再サンプリングにおいて使用するべきであるかを示すことができる。

【 0 0 8 2 】

シグナルを送信することによって、符号器は復号器に、マルチ・リゾリューション符号化されたフレームを復号化するために有用な情報を提供する。復号器はシグナルを構文解析して、符号化されたフレームがどのように復号化されるべきであるかを決定する。例えば、復号器は、符号器によって送信されたコードを解釈して、フレームのシーケンスがマルチ・リゾリューション符号化を使用して符号化されているかどうかを決定し、かつ / または、シーケンス内の符号化されたフレームのリゾリューションを決定することができる。

【 0 0 8 3 】

図 9 は、符号化されたフレームのシーケンスをマルチ・リゾリューション復号化により復号化するとき、シグナルを受信および解釈するためのテクニック（ 9 0 0 ）を示す。復号器は次の符号化されたシーケンス・ヘッダを入力として取り（ 9 1 0 ）、このシーケンスに関連付けられたシグナルをチェックして、符号器がマルチ・リゾリューション符号化をこのシーケンスのために使用したかどうかを決定する（ 9 2 0 ）。

【 0 0 8 4 】

符号器がマルチ・リゾリューション符号化を使用しなかった場合、復号器は、そのシーケンス内のフレームを復号化する（ 9 3 0 ）。他方では、符号器がマルチ・リゾリューション符号化を使用した場合、復号器は、そのフレーム用の水平および / または垂直リゾルーシ

ョンのスケーリング・ファクタを示すシグナルを構文解析する(940)。次いで、復号器は、そのフレームをそれに応じて(例えば、図5または図7を参照して上述したように)復号化する(950)。

【0085】

復号化が完了した場合(960)、復号器は終了する。そうでない場合、復号器は次のシーケンスを復号化する。

【0086】

B. ダウン・サンプリングおよびアップ・サンプリング

以下のセクションでは、いくつかの実装におけるアップ・サンプリングおよびダウン・サンプリングのプロセスを説明する。他の実装は、異なるアップ・サンプリング、ダウン・サンプリングまたはフィルタリング・テクニックを使用する。例えば、代替実施形態では、符号器は、非線形フィルタまたは空間的に変化するフィルタ・バンクを使用して、フレームを符号化することができる。

10

【0087】

表2は、符号器および/または復号器によって、フレームのダウン・サンプリング/アップ・サンプリングのために使用される変数定義を示している。これらの定義は、ダウン・サンプリングおよびアップ・サンプリングの実施例のための擬似コードについての以下の説明で使用される。

【0088】

表2：いくつかの実装におけるダウン・サンプリング/アップ・サンプリングのための変数定義

20

N_u = アップ・サンプリングされた(最大リゾリューション)ライン内のサンプルの数
 N_d = ダウン・サンプリングされた(半リゾリューション)ライン内のサンプルの数
 $X_u[n]$ = 位置 n でアップ・サンプリングされたサンプル値、ただし $n = 0, 1, 2, \dots, N_u - 1$
 $X_d[n]$ = 位置 n でダウン・サンプリングされたサンプル値、ただし $n = 0, 1, 2, \dots, N_d - 1$

【0089】

「ライン」という用語は、Y、CrまたはCbのコンポーネント平面における水平・行または垂直・列におけるサンプル群を指す。以下の実施例では、アップ・サンプリングおよびダウン・サンプリング・オペレーションが行および列の両方について等しく、したがって、1次元のラインのサンプルを使用して例示される。垂直および水平のアップ・サンプリングまたはダウン・サンプリングが実行される場合、水平ラインが最初に再サンプリングされ、後に垂直ラインが続く。別法として、水平および垂直フィルタリングが同時にピクセルのブロック上で、異なるフィルタを使用して実施される。

30

【0090】

表3は、ルミナンス線の再サンプリングのための擬似コードを示し、表4は、クロミナンス・ラインの再サンプリングのための擬似コードを示している。

【0091】

表3：いくつかの実装におけるルミナンス線の再サンプリングのための擬似コード
 $N_d = N_u / 2$ (ただし、 N_u は最大リゾリューションのルミナンス・ラインにおけるサンプルの数)

40

if ($(N_d \& 15) \neq 0$)
 $N_d = N_d + 16 - (N_d \& 15)$

【0092】

表4：いくつかの実施態様におけるクロミナンス線の再サンプリングのための擬似コード

$N_d = N_u / 2$ (ただし、 N_u は最大リゾリューションのクロミナンス・ラインにおけるサンプルの数)

if ($(N_d \& 7) \neq 0$)

50

$$N_d = N_d + 8 - (N_d \& 7)$$

【 0 0 9 3 】

再サンプリングは、ダウン・サンプリングされたラインについてのサンプルの数を設定する。次いで、(4 : 2 : 0 または類似のマクロブロックにより動作する符号器では) 再サンプリングがラインにおけるサンプルの数を調整し、このラインがルミナンス・ライン用のマクロブロックの倍数 (すなわち、16 の倍数)、またはクロミナンス・ライン用のブロックの倍数 (すなわち、8 の倍数) であるように、する。

【 0 0 9 4 】

1 . ダウン・サンプリング・フィルタ

ラインのダウン・サンプリングは、表 5 の擬似コードに従って出力を生成する。

10

【 0 0 9 5 】

表 5 : いくつかの実装におけるラインのダウン・サンプリングのための擬似コード

```
if (N_d!=(N_u/2))
```

```
{
```

```
    for (i=N_u;i<N_d*2;i++)
```

```
        x_u[i]=x_u[N_u-1]
```

```
}
```

```
downsamplefilter_line(x_u[])
```

```
for (i=0;i<N_d;i++)
```

```
    x_d[i]=x_u[i*2]
```

20

`downsamplefilter_line()` において使用される 6 タップ・フィルタのためのコードを、図 10 に示す。

【 0 0 9 6 】

図 10 では、イメージが水平方向においてフィルタリングされるとき、`RND_DOWN` が値 64 に設定され、イメージが垂直方向においてフィルタリングされるとき、値 63 に設定される。

【 0 0 9 7 】

2 . アップ・サンプリング・フィルタ

ラインのアップ・サンプリングは、表 6 の擬似コードに従って出力を生成する。

【 0 0 9 8 】

表 6 : いくつかの実装におけるラインのアップ・サンプリングのための擬似コード

```
for (i=0;i<N_u;i++)
```

```
{
```

```
    x_u[i]=x_d[i*2]
```

```
    x_u[i+1]=0
```

```
}
```

```
upsamplefilter_line(x_u[])
```

【 0 0 9 9 】

`upsamplefilter_line()` において使用される 10 タップ・フィルタのためのコード例を、図 11 に示す。図 11 では、イメージが水平方向においてフィルタリングされるとき、`RND_UP` が 15 に設定され、イメージが垂直方向においてフィルタリングされるとき、16 に設定される。

40

【 0 1 0 0 】

他のフィルタのペアも再サンプリングのために使用することができる。フィルタのペアを、ビデオのコンテンツおよび / または目標ビットレートに調整することができる。符号器は、フィルタの選択を副情報として復号器に送信することができる。

【 0 1 0 1 】

C . 新しいフレーム・ディメンションの計算

表 7 の擬似コードは、符号器が、ダウン・サンプリングされたフレームのための新しいフレーム・ディメンション (dimensions : 大きさ、寸法) を計算する方法を例示している

50

。

【 0 1 0 2 】

表 7 : ダウン・サンプリング後に新しいフレーム・ディメンションを計算するための擬似コード

```

X = 水平ディメンション、元のリゾリューションにおけるサンプルの数
Y = 垂直ディメンション、元のリゾリューションにおけるサンプルの数
x = 新しい水平リゾリューション
y = 新しい垂直リゾリューション
h s c a l e = 水平スケーリング・ファクタ ( 0 = 最大リゾリューション、 1 = 半リゾル
ーション )
v s c a l e = 垂直スケーリング・ファクタ ( 0 = 最大リゾリューション、 1 = 半リゾル
ーション )
x=X
y=Y
if (hscale==1)
{
    x=X/2
    if ((x & 15)!=0)
        x=x+16-(x & 15)
}
if (vscale==1)
{
    y=Y/2
    if ((y & 15)!=0)
        y=y+16-(y & 15)
}

```

10

20

【 0 1 0 3 】

表 7 に示すテクニックを使用した実装では、符号器が新しいフレーム・ディメンションを計算し、これは、元の・ディメンションを 2 のファクタでダウン・サンプリングすること、および次いで、新しい・ディメンションがマクロブロック・サイズの整数の倍数 (1 6 の倍数) であるように、端数を切り上げる。クロミナンス・ラインについて、符号器は、ディメンションを、ブロック・サイズの整数の倍数 (8 の倍数) となるように切り上げる。新しいディメンションの切り上げにより、ダウン・サンプリングされたフレームを、4 : 2 : 0 または類似のマクロブロック・フォーマットを使用するビデオ符号器 / 復号器によって、符号化することができる。

30

【 0 1 0 4 】

D . 他に取りうる方法 (alternatives)

上述の様々な選択肢 (alternatives) と共に、あるいはこれらに加えて、符号器および復号器は以下のように動作することができる。

【 0 1 0 5 】

マルチ・リゾリューション・フレームワークを、個々のフレームまたは一連のフレームについてのいくつかのレベルのダウン・サンプリングに拡張することができる。いくつかのレベルのダウン・サンプリングを使用することにより、符号器が高リゾリューション・フレームを比較的低いビットレートで符号化するとき、再構築されたフレームの品質を改善することができる。

40

【 0 1 0 6 】

符号器は、元のリゾリューションに関係したリゾリューションを 2 のファクタで調整することによって達成されるリゾリューション以外のリゾリューションにフレームを再サンプリングするマルチレート・フィルタリング・テクニックを使用することができる。例えば、分数比サンプリング (fractional-rate sampling) は、複雑さが増すという代償を払って、よ

50

り順調なトレードオフを、高い周波数の細部の保持とブロッキング・アーティファクトの低減との間で提供することができる。

【 0 1 0 7 】

符号器は、異なるレベルの再サンプリングをフレームの異なる部分に適用することができる。例えば、符号器は、フレームのうち高い周波数コンテンツがほとんどない領域を、ダウン・サンプリングされたリゾリューションで符号化すると同時に、符号器は、フレームのうち強い高い周波数コンテンツを有するエリアを元のリゾリューションで符号化することができる。さらに、符号器は異なるフィルタを、フレームの異なる部分を再サンプリングするために、あるいは垂直および水平再サンプリングのために適用することができる。符号器はシグナリングを使用して、異なる再サンプリングレベル、および/または、フレームの異なる部分を再サンプリングするために使用された異なるフィルタを示すことができる。

10

【 0 1 0 8 】

本発明の原理を、様々な上述の実施形態を参照して説明し、例示したが、上述の実施形態を構成および詳細において、このような原理から逸脱することなく修正できることは理解されよう。本明細書で説明したプログラム、プロセスまたは方法は、特に断らない限り、いかなる特定のタイプのコンピューティング環境にも関係せず、あるいは限定されないことを理解されたい。様々なタイプの汎用または専用コンピューティング環境は、本明細書で説明した教示によるオペレーションと共に使用することができ、あるいはこれを実行することができる。ソフトウェアにおいて示した上述の実施形態の要素をハードウェアに実装することができ、その逆も可能である。

20

【 0 1 0 9 】

本発明の原理を適用することができる多数の可能な実施形態に鑑みて、本発明として、付属の特許請求の範囲およびその同等物の範囲および趣旨内に入る可能性のあるこのようなすべての実施形態を主張する。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 0 】

【図 1】説明する実施形態を実装することができる、適切なコンピューティング環境のブロック図である。

【図 2】説明する実施形態を実装することができる、ビデオ符号器のブロック図である。

30

【図 3】説明する実施形態を実装することができる、ビデオ復号器のブロック図である。

【図 4】フレームのマルチ・リゾリューション符号化のための汎用化されたテクニックを示す流れ図である。

【図 5】フレームのマルチ・リゾリューション復号化のための汎用化されたテクニックを示す流れ図である。

【図 6】イントラ・フレームおよび予測フレームのマルチ・リゾリューション符号化のためのテクニックを示す流れ図である。

【図 7】イントラ・フレームおよび予測フレームのマルチ・リゾリューション復号化のためのテクニックを示す流れ図である。

【図 8】フレームのシーケンスをマルチ・リゾリューション符号化により符号化するとき、シグナルを送信するためのテクニックを示す流れ図である。

40

【図 9】符号化されたフレームのシーケンスをマルチ・リゾリューション復号化により復号化するとき、シグナルを受信および解釈するためのテクニックを示す流れ図である。

【図 10】一実装例におけるダウン・サンプリング・フィルタのための擬似コードリストの図である。

【図 11】一実装例におけるアップ・サンプリング・フィルタのための擬似コードリストの図である。

【符号の説明】

【 0 1 1 1 】

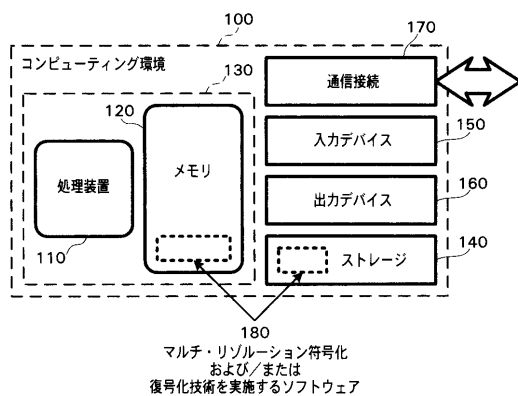
2 0 0 符号器

50

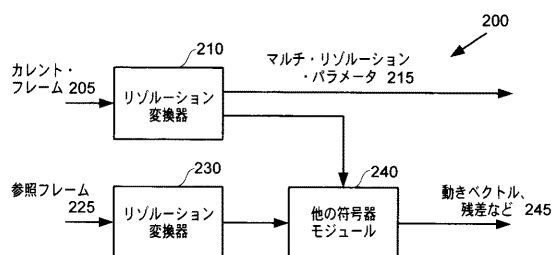
- 2 0 5 カレント・フレーム
- 2 1 0 リゾリューション変換器
- 2 1 5 マルチ・リゾリューション・パラメータ
- 2 2 5 参照フレーム
- 2 3 0 リゾリューション変換器
- 2 4 0 他の符号器モジュール
- 2 4 5 動きベクトル、残差など
- 3 0 0 復号器
- 3 0 5 カレント・フレーム
- 3 1 0 リゾリューション変換器
- 3 1 5 マルチ・リゾリューション・パラメータ、復号化されたフレーム
- 3 2 5 参照フレーム
- 3 3 0 リゾリューション変換器
- 3 4 0 他の復号器モジュール
- 3 4 5 動きベクトル、残差など

10

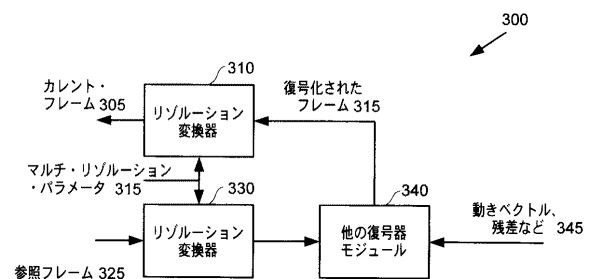
【図 1】



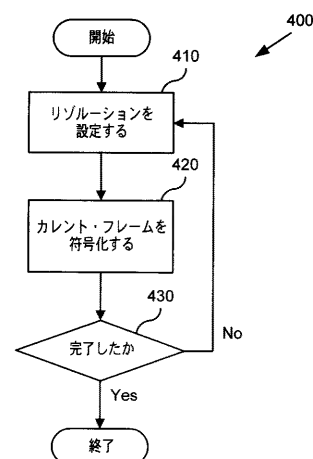
【図 2】



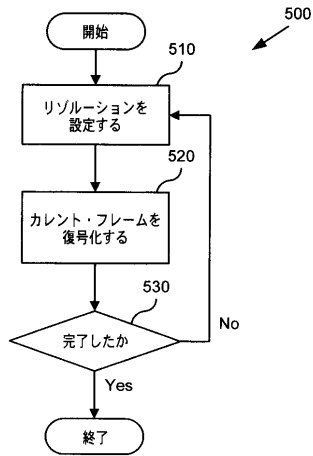
【図 3】



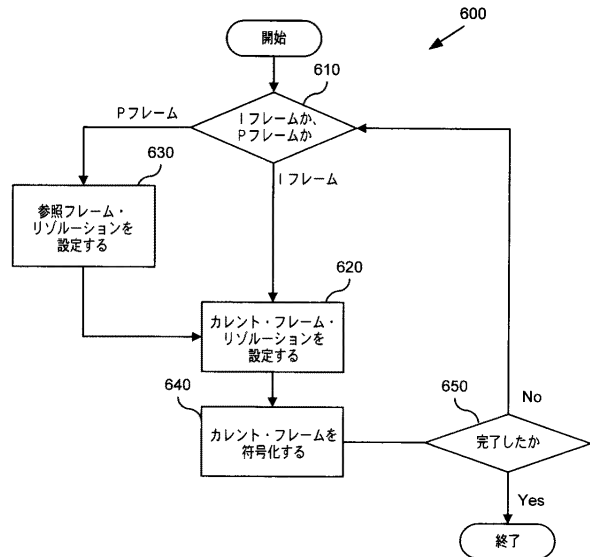
【図 4】



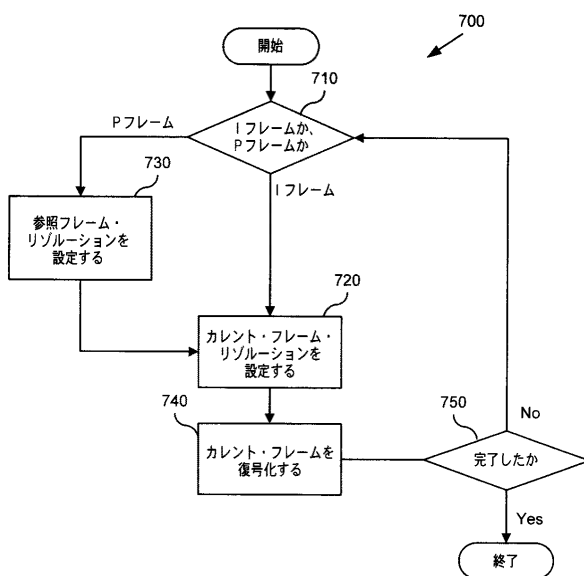
【図 5】



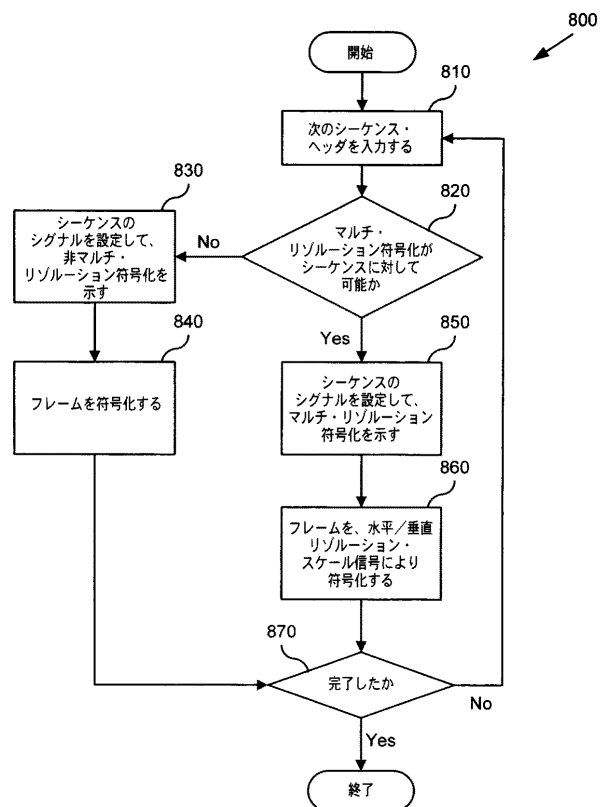
【図 6】



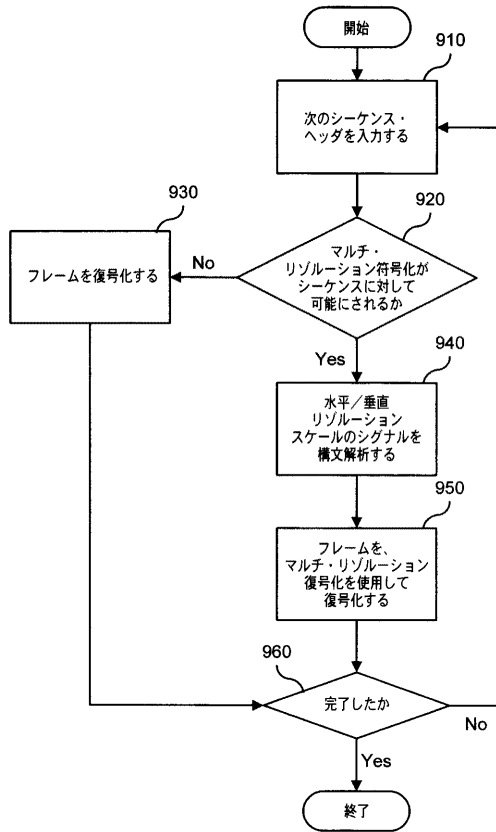
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

1000

```

AW1 = 70
AW2 = 5
AW3 = -11

downsamplefilter_line(x[])
{
  y[0] = (((x[0] + x[1]) * AW1 + (x[2] + x[0]) * AW2 + (x[3] + x[1]) * AW3 + RND_DOWN) >> 7)

  for(int j = 2; j < Nu - 2; j += 2) {
    y[j] = (((x[j] + x[j+1]) * AW1 + (x[j-1] + x[j+2]) * AW2 + (x[j-2] + x[j+3]) * AW3 + RND_DOWN) >> 7)
  }

  y[Nu-2] = (((x[Nu-2] + x[Nu-1]) * AW1 + (x[Nu-3] + x[Nu-1]) * AW2 + (x[Nu-4] + x[Nu-2]) * AW3 + RND_DOWN) >> 7)

  for(j = 0; j < Nu; j += 2) {
    x[j] = CLIP(y[j])
    x[j+1] = 0
  }
}
  
```

【図 11】

1100

```

SW1 = 28
SW2 = 6
SW3 = -3
upsamplefilter_line(x[])
{
  y[0] = ((x[0] * SW1 + x[0] * SW2 + x[2] * SW3 + x[4] + RND_UP) >> 5)
  y[1] = ((x[0] * SW1 + x[2] * SW2 + x[0] * SW3 + x[2] + RND_UP) >> 5)
  y[2] = ((x[2] * SW1 + x[0] * SW2 + x[4] * SW3 + x[6] + RND_UP) >> 5)
  y[3] = ((x[2] * SW1 + x[4] * SW2 + x[0] * SW3 + x[0] + RND_UP) >> 5)

  for(j = 4; j < Nu - 4; j += 2) {
    y[j] = ((x[j] * SW1 + x[j-2] * SW2 + x[j+2] * SW3 + x[j+4] + RND_UP) >> 5)
    y[j+1] = ((x[j] * SW1 + x[j+2] * SW2 + x[j-2] * SW3 + x[j-4] + RND_UP) >> 5)
  }

  y[Nu-4] = ((x[Nu-4] * SW1 + x[Nu-6] * SW2 + x[Nu-2] * SW3 + x[Nu-2] + RND_UP) >> 5)
  y[Nu-3] = ((x[Nu-4] * SW1 + x[Nu-2] * SW2 + x[Nu-6] * SW3 + x[Nu-8] + RND_UP) >> 5)
  y[Nu-2] = ((x[Nu-2] * SW1 + x[Nu-4] * SW2 + x[Nu-2] * SW3 + x[Nu-4] + RND_UP) >> 5)
  y[Nu-1] = ((x[Nu-2] * SW1 + x[Nu-2] * SW2 + x[Nu-4] * SW3 + x[Nu-6] + RND_UP) >> 5)

  for(j = 0; j < Nu; j++)
    x[j] = CLIP(y[j])
}
  
```

フロントページの続き

- (72)発明者 トーマス ダブリュ・ホルコム
アメリカ合衆国 98012 ワシントン州 ボセル サウスイースト 28 アベニュー 20
405
- (72)発明者 シャンカー レグナザン
アメリカ合衆国 98007 ワシントン州 ベルビュー ノースイースト 42 プレイス 1
4628 ナンバーエヌ210
- (72)発明者 チー・ルン ブルース リン
アメリカ合衆国 98052 ワシントン州 レッドモンド ノースイースト 95 ストリート
17209
- (72)発明者 スリドハー スリニバサン
アメリカ合衆国 98109 ワシントン州 シアトル オーロラ アベニュー ノース 150
4 ナンバー509

審査官 川崎 優

- (56)参考文献 特開2000-134618(JP, A)
米国特許出願公開第2002/0064226(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 7/26-50