(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7504132号
(P7504132)

(45)発行日　令和6年6月21日(2024.6.21)

(24)登録日　令和6年6月13日(2024.6.13)

(51)国際特許分類

		FI	
H04N	*19/117(2014.01)*	H04N	19/117
H04N	*19/147(2014.01)*	H04N	19/147
H04N	*19/176(2014.01)*	H04N	19/176
H04N	*19/85 (2014.01)*	H04N	19/85

請求項の数　20　（全22頁）

(21)出願番号　特願2021-570339(P2021-570339)
(86)(22)出願日　令和2年5月29日(2020.5.29)
(65)公表番号　特表2022-534572(P2022-534572A)
(43)公表日　令和4年8月2日(2022.8.2)
(86)国際出願番号　PCT/IB2020/055143
(87)国際公開番号　WO2020/240509
(87)国際公開日　令和2年12月3日(2020.12.3)
審査請求日　令和5年4月11日(2023.4.11)
(31)優先権主張番号　16/426,487
(32)優先日　令和1年5月30日(2019.5.30)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
早期審査対象出願

(73)特許権者　508301087
エーティーアイ・テクノロジーズ・ユーエルシー
ＡＴＩ ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ ＵＬＣ
カナダ、 オンタリオ エル３ティー ７エックス６、マーカム、コマース バリー ドライブ イースト １
Ｏｎｅ Ｃｏｍｍｅｒｃｅ Ｖａｌｌｅｙ Ｄｒｉｖｅ Ｅａｓｔ，Ｍａｒｋｈａｍ，Ｏｎｔａｒｉｏ，Ｌ３Ｔ ７Ｘ６ Ｃａｎａｄａ
(74)代理人　100108833
弁理士　早川 裕司
(74)代理人　100111615
弁理士　佐野 良太

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　映像圧縮のための前処理

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

空間勾配、彩度、コントラスト又はノイズ具合のうち少なくとも１つを含むメトリックに基づいて、１つ以上のピクチャの複数のブロックの各ブロックを特性化することと、

第１のフィルタを適用して、前記複数のブロックの各ブロックをフィルタ処理することと、

第１の量子化パラメータを用いて、前記第１のフィルタでフィルタ処理された前記複数のブロックの各々を符号化することと、

前記第１のフィルタでフィルタ処理され、符号化された前記複数のブロックの各々のデータサイズ及び歪みエラーを計算することと、

第１のピクチャの第１のブロックのデータサイズ及び歪みエラーを、前記第１のブロックの特性と前記複数のブロックの各々の特性並びにデータサイズ及び歪みエラーと第１のモデルとに基づいて予測することであって、前記第１のブロックは、前記第１のフィルタでフィルタ処理され、前記第１の量子化パラメータを用いて符号化される、ことと、

予測されたデータサイズ及び歪みエラーに基づく前記第１のフィルタのコストが閾値未満であることに応じて、前記第１のフィルタを前記第１のブロックに適用することと、を含む、

方法。

【請求項２】

第２のフィルタを適用して、前記１つ以上のピクチャの前記複数のブロックをフィルタ

処理することと、
前記第１の量子化パラメータを用いて、前記第２のフィルタでフィルタ処理された前記複数のブロックの各々を符号化することと、
前記第２のフィルタでフィルタ処理され、符号化された前記複数のブロックの各々のデータサイズ及び歪みエラーを計算することと、
前記第１のピクチャの前記第１のブロックのデータサイズ及び歪みエラーを、前記第１のブロックの特性と前記複数のブロックの各々の特性並びにデータサイズ及び歪みエラーと第２のモデルとに基づいて予測することであって、前記第１のブロックは、前記第２のフィルタでフィルタ処理され、前記第１の量子化パラメータを用いて符号化される、ことと、
前記第１のフィルタのコストが、前記第２のフィルタでフィルタされた場合の前記第１のブロックの前記第１のブロックの予測されたデータサイズ及び歪みエラーに基づく前記第２のフィルタのコストを超えることに応じて、前記第２のフィルタを前記第１のブロックに適用することと、を含む、
請求項１の方法。
【請求項３】
前記第１のフィルタ及び前記第２のフィルタは、ぼかしフィルタであり、
前記第１のフィルタを適用することは、
前記第１のブロックのサンプル画素を含むぼかしに候補画素を含めるための、前記サンプル画素と、前記候補画素と、の間の値の差との比較に用いる閾値を示す第１の制御設定を変更することを含み、
前記第２のフィルタを適用することは、
前記サンプル画素を含むぼかしに前記候補画素を含めるための、前記サンプル画素と、前記候補画素と、の間の距離との比較に用いる閾値を示す第２の制御設定を変更することを含み、
前記第１のフィルタの前記第１の制御設定は、前記第２のフィルタの前記第２の制御設定と異なる、
請求項２の方法。
【請求項４】
前記第１のフィルタは、バイラテラルぼかしフィルタ、時間フィルタ、時空間フィルタ及び動き補償フィルタのうち１つを含み、前記第２のフィルタは、バイラテラルぼかしフィルタ、時間フィルタ、時空間フィルタ及び動き補償フィルタのうち１つを含み、前記第１のフィルタと異なる、
請求項２の方法。
【請求項５】
前記第１のフィルタ又は前記第２のフィルタでフィルタ処理された前記第１のブロックをエンコーダに提供することを含む、
請求項２の方法。
【請求項６】
前記第１のフィルタのコストの関数は、前記複数のブロックの各々の計算されたデータサイズ、及び、計算された歪みエラーに基づいており、前記複数のブロックは、前記第１のフィルタでフィルタ処理され、前記第１の量子化パラメータを用いて符号化されており、前記第２のフィルタのコストの関数は、前記複数のブロックの各々の計算されたデータサイズ、及び、計算された歪みエラーに基づいており、前記複数のブロックは、前記第２のフィルタでフィルタ処理され、前記第１の量子化パラメータを用いて符号化されている、
請求項５の方法。
【請求項７】
前記特性化することは、前記複数のブロックの各々のマルチスケールメトリックに基づいており、前記マルチスケールメトリックは、複数の空間的圧縮スケール及び複数のダイナミックレンジスケールのうち少なくとも１つについて、各ブロックの画素アクティビテ

ィの推定レベルに基づく係数を含み、前記マルチスケールメトリックは、ビット配分又は量子化パラメータのビット割り当てが各ブロックの知覚品質にどのように影響すると予測されるかを示す、
請求項１の方法。
【請求項８】
第１のピクチャの第１のブロックに対して、第１のフィルタを適用するコストと、前記第１のフィルタとは異なる第２のフィルタを適用するコストと、を計算することであって、前記第１のフィルタのコストは、前記第１のブロックの特性に基づく、予測された第１のデータサイズ及び予測された第１の歪みエラーに基づいており、前記特性は、前記第１のブロックの空間勾配、彩度、コントラスト又はノイズ具合のうち少なくとも１つを含むメトリックに基づいており、前記第１のブロックは、前記第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化され、前記第２のフィルタのコストは、前記特性に基づく、予測された第２のデータサイズ及び予測された第２の歪みエラーに基づいており、前記第１のブロックは、前記第２のフィルタを用いてフィルタ処理され、前記第１の量子化パラメータを用いて符号化される、ことと、
前記第１のフィルタのコストと、前記第２のフィルタのコストと、に基づいて、前記第１のフィルタ又は前記第２のフィルタを選択することと、
選択されたフィルタを適用して、前記第１のブロックをフィルタ処理することと、
フィルタ処理された第１のブロックを符号化するために、前記フィルタ処理された第１のブロックをエンコーダに提供することと、を含む、
方法。
【請求項９】
前記第１のフィルタ及び前記第２のフィルタは、
前記第１のブロックのサンプル画素を含むぼかしに候補画素を含めるための、前記サンプル画素と、前記候補画素と、の間の値の差との比較に用いる閾値を示す第１の制御設定と、
前記サンプル画素を含むぼかしに前記候補画素を含めるための、前記サンプル画素と、前記候補画素と、の間の距離との比較に用いる閾値を示す第２の制御設定と、を備えるぼかしフィルタであり、
前記第１のフィルタの前記第１の制御設定及び前記第２の制御設定のうち少なくとも一方は、前記第２のフィルタの前記第１の制御設定及び前記第２の制御設定のうち少なくとも一方と異なる、
請求項８の方法。
【請求項１０】
前記第１のフィルタ及び前記第２のフィルタの各々は、バイラテラルぼかしフィルタ、時間フィルタ、時空間フィルタ及び動き補償フィルタのうち１つを含む、
請求項８の方法。
【請求項１１】
前記第１のピクチャの前記第１のブロックを特性化することを含む、
請求項８の方法。
【請求項１２】
第１のモデルに基づいて前記第１のブロックの前記第１のデータサイズ及び前記第１の歪みエラーを予測することであって、前記第１のブロックは、前記第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、前記第１の量子化パラメータを用いて符号化される、ことと、
第２のモデルに基づいて前記第１のブロックの前記第２のデータサイズ及び前記第２の歪みエラーを予測することであって、前記第１のブロックは、前記第２のフィルタを用いてフィルタ処理され、前記第１の量子化パラメータを用いて符号化される、ことと、を含む、
請求項８の方法。
【請求項１３】

前記第１のフィルタ及び前記第１の量子化パラメータに基づいて、前記第１のブロックの前記第１のデータサイズを予測するモデルと、前記第１のブロックの前記第１の歪みエラーを予測するモデルと、をトレーニングすることと、
前記第２のフィルタ及び前記第１の量子化パラメータに基づいて、前記第１のブロックの前記第２のデータサイズを予測するモデルと、前記第１のブロックの前記第２の歪みエラーを予測するモデルと、をトレーニングすることと、を含む、
請求項１２の方法。
【請求項１４】
前記特性は、前記第１のブロックのマルチスケールメトリックに基づいており、前記マルチスケールメトリックは、複数の空間的圧縮スケール及び複数のダイナミックレンジスケールのうち少なくとも１つについて、前記第１のブロックの画素アクティビティの推定レベルに基づく係数を含み、前記マルチスケールメトリックは、ビット配分又は量子化パラメータのビット割り当てが前記第１のブロックの知覚品質にどのように影響すると予測されるかを示す、
請求項８の方法。
【請求項１５】
第１のピクチャの第１のブロックに対して、第１のフィルタを適用するコストと、前記第１のフィルタと異なる第２のフィルタを適用するコストと、を推定するコスト計算機であって、前記第１のフィルタのコストは、前記第１のブロックの特性に基づく、予測された第１のデータサイズ及び予測された第１の歪みエラーに基づいており、前記特性は、前記第１のブロックの空間勾配、彩度、コントラスト又はノイズ具合のうち少なくとも１つを含むメトリックに基づいており、前記第１のブロックは、前記第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化され、前記第２のフィルタのコストは、前記第１のブロックの特性に基づく、予測された第２のデータサイズ及び予測された第２の歪みエラーに基づいており、前記第１のブロックは、前記第２のフィルタを用いてフィルタ処理され、前記第１の量子化パラメータを用いて符号化される、コスト計算機と、
前記第１のフィルタ又は前記第２のフィルタを、前記第１のフィルタのコスト及び前記第２のフィルタのコストに基づいて選択し、選択されたフィルタを適用して前記第１のブロックをフィルタ処理するためのフィルタセレクタと、
フィルタ処理された第１のブロックを符号化するエンコーダと、を備える、
デバイス。
【請求項１６】
前記第１のフィルタ及び前記第２のフィルタは、
前記第１のブロックのサンプル画素を含むぼかしに候補画素を含めるための、前記サンプル画素と、前記候補画素と、の間の値の差との比較に用いる閾値を示す第１の制御設定と、
前記サンプル画素を含むぼかしに前記候補画素を含めるための、前記サンプル画素と、前記候補画素と、の間の距離との比較に用いる閾値を示す第２の制御設定と、を備えるぼかしフィルタであり、
前記第１のフィルタの前記第１の制御設定及び前記第２の制御設定のうち少なくとも一方は、前記第２のフィルタの前記第１の制御設定及び前記第２の制御設定のうち少なくとも一方と異なる、
請求項１５のデバイス。
【請求項１７】
前記第１のフィルタ及び前記第２のフィルタの各々は、バイラテラルぼかしフィルタ、時間フィルタ、時空間フィルタ及び動き補償フィルタのうち１つを含む、
請求項１５のデバイス。
【請求項１８】
前記第１のピクチャの前記第１のブロックを特性化する特性化モジュールを備える、

請求項１５のデバイス。
【請求項１９】
前記特性化モジュールは、前記第１のブロックのマルチスケールメトリックに基づいて前記第１のブロックを特性化し、前記マルチスケールメトリックは、複数の空間的圧縮スケール及び複数のダイナミックレンジスケールのうち少なくとも１つについて、前記第１のブロックの画素アクティビティの推定レベルに基づく係数を含み、前記マルチスケールメトリックは、ビット配分又は量子化パラメータのビット割り当てが前記第１のブロックの知覚品質にどのように影響すると予測されるかを示す、
請求項１８のデバイス。
【請求項２０】
前記第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、前記第１の量子化パラメータを用いて符号化された複数のブロックの特性に基づいて、前記第１のブロックの前記第１のデータサイズを予測するモデルと、前記第１のブロックの前記第１の歪みエラーを予測するモデルと、をトレーニングすることと、
前記第２のフィルタを用いてフィルタ処理され、前記第１の量子化パラメータを用いて符号化された前記複数のブロックの特性に基づいて、前記第１のブロックの前記第２のデータサイズを予測するモデルと、前記第１のブロックの前記第２の歪みエラーを予測するモデルと、をトレーニングすることと、
を行うように構成された予測器を備える、
請求項１９のデバイス。
【発明の詳細な説明】
【背景技術】
【０００１】
マルチメディアサーバは、マルチメディアストリーム（例えば、ユーザによって要求されたマルチメディアストリーム）内のピクチャを表すデータを生成する。マルチメディアサーバのエンコーダは、各ピクチャのデータを符号化してビットストリームを形成し、ビットストリームがネットワークを介してデコーダに伝送される。デコーダは、ビットストリームを復号し、復号した映像情報をマルチメディアアプリケーション又は他の任意のアプリケーションに提供してユーザに表示する。このようなマルチメディアエンコーダ及びデコーダは、マルチメディアストリームを圧縮して保存及び転送することを容易にするために、様々なアプリケーションで使用されている。
【０００２】
マルチメディアストリームを圧縮するために、従来のエンコーダは、圧縮の度合いが量子化パラメータ等の品質パラメータに部分的に依存する映像圧縮アルゴリズムを実装している。量子化パラメータとは、コーデックで変換されたデータを量子化するための標準行列を導出するために使用可能な数値である。量子化パラメータが大きいと、ピクチャのビット使用量が少なくなるが、量子化パラメータが小さいと、ピクチャのビット使用量が多くなることがよくある。圧縮アルゴリズムは、ピクチャのタイトル、フレーム、スライス及びブロックへのビットの割り当てに関わる様々な量子化パラメータを使用する。しかし、あまりにも小さい量子化パラメータを使用すると、ピクチャの符号化、伝送及び復号化の際に、コンピューティングリソース及び帯域幅が無駄に消費されることになり、それに見合ったメリットが何もない。一方、大きすぎる量子化パラメータを使用すると、符号化されたピクチャの品質が必要以上に（又は、許容できないほど）低下することになる。さらに、ピクチャの量子化パラメータを変更すると、予測不可能な品質の劣化を招く可能性がある。
【０００３】
添付図面を参照することによって、本開示をより良好に理解することができ、その多数の特徴及び利点が当業者に明らかになる。異なる図面において同じ符号が使用されている場合は、類似又は同一のアイテムを示している。
【図面の簡単な説明】

【０００４】
【図１】いくつかの実施形態による、コスト解析に基づいて、前処理フィルタを選択し、符号化されるピクチャのブロックに適用する前処理モジュールを含む処理システムのブロック図である。
【図２】いくつかの実施形態による、２つのサンプルブロックの空間スケールを変化させる効果を示す図である。
【図３】いくつかの実施形態による、２つのサンプルブロックのダイナミックレンジを変化させる効果を示す図である。
【図４】いくつかの実施形態による、異なる設定を有するフィルタをピクチャの一部に適用する前処理モジュールのフィルタ制御のブロック図である。
【図５】いくつかの実施形態による、異なるフィルタでフィルタ処理されたブロックのサイズ及び歪みを予測するモデルをトレーニングする方法を示すフロー図である。
【図６】いくつかの実施形態による、各ブロックに対して最低のコストを有するフィルタを用いてピクチャのブロックをフィルタ処理する方法を示すフロー図である。
【発明を実施するための形態】
【０００５】
図１～図６は、マルチメディアストリームの符号化の前に、フィルタを用いてピクチャの一部すなわちブロックを前処理して、ブロックのサイズ及びエラーを最小化するための処理システム及び技術を示す。処理システムの前処理モジュールは、複数のメトリックを用いて複数のブロックの特性を測定し、所定の量子化パラメータを用いて符号化される前に、各フィルタでフィルタ処理される同様の特性を有するブロックの圧縮率の増加を予測するために、複数のフィルタ（又は、複数の設定を有するフィルタ）の各々を符号化前にブロックに適用する効果を評価し、品質への影響を最小限に抑える。前処理モジュールは、ブロックの特性に基づいて、複数のフィルタの各々でフィルタ処理されるブロックのサイズ及びエラーを予測するために、モデルを生成してトレーニングする。前処理モジュールは、このモデルを用いて、ピクチャの所定のブロックに各フィルタを適用することによって生じるサイズ及びエラーに関するコストを、ブロックの特性に基づいて計算する。そして、前処理モジュールは、（品質への影響を最小限に抑えつつ）最良のコスト（例えば、最小サイズ（すなわち、最小ビット使用量））をもたらすと予測されるフィルタをブロックに適用する。低コストになるように計算されたフィルタを適用してピクチャのブロックを前処理することにより、前処理モジュールは、ピクチャが予測可能な量の品質損失で所定の量子化パラメータを使用して符号化されたときのピクチャの圧縮率を増加させる。
【０００６】
異なる特性を有するブロックは、所定のフィルタでフィルタ処理された場合、異なる影響を受けることになる。前処理モジュールは、ブロックの彩度（colorfulness）、コントラスト又はノイズ性（noisiness）等の複数の特性を測定することによって、ピクチャの各ブロックを特徴付ける（特性化する）。いくつかの実施形態では、前処理モジュールは、ブロックの「マルチスケールメトリック」を生成するために、各空間スケール及び／又はダイナミックレンジにおけるブロックの勾配を計算することによって、複数の空間的圧縮スケール及び／又はダイナミックレンジスケールでブロックを特徴付ける。各ブロックは、細かい又は粗いディテール（detail）、コントラスト、構造、色、明るさを含む。一部範囲内の画素強度の変動等の画素アクティビティは、画像内のエッジ、繰り返しパターン等の構造又はオブジェクトを検出するために使用される。画素アクティビティは、例えば、一部範囲内のグレーレベル共起行列、２次元空間平均勾配、ウェーブレット変換若しくは他の変換、離散コサイン関数、又は、平均値等のように、様々なメトリックを用いて測定することができる。
【０００７】
２次元空間勾配やウェーブレット変換等の画素アクティビティの単一の測定では、例えばカーペットを含むブロックと白い無地の白紙を含むブロック等のように、実際には異なるブロックについての測定結果がほぼ同じになることがある。事前解析モジュールは、複

数の空間スケール及び／又はダイナミックレンジで各ブロックの画素アクティビティレベルを解析することにより、所定のＱＰのビット割り当てがブロックの知覚品質にどのように影響するかを間接的に示すブロックのロバストな特性を生成する。いくつかの実施形態では、マルチスケールメトリックは、ブロック内の肌色の存在を示す指標を含む。例えば、マルチスケールメトリクス間のデカルト差等によって測定されるような類似のマルチスケールメトリクスを有するブロックは、視覚的に類似している可能性があり、特定の制御設定を有する所定のフィルタを適用することによって、同様に影響を受ける可能性がある。

【０００８】

いくつかの実施形態では、Ｎ個のフィルタ全てを各ブロックに適用して、最もコストの低いフィルタを選択する代わりに、前処理モジュールは、選択されたトレーニング映像からの多数のブロックを使用してモデルをトレーニングし、各フィルタが特定のブロックに適用された場合の各フィルタのコストを予測する。モデルをトレーニングするために、前処理モジュールは、各ブロックのマルチスケールメトリック又は各ブロックの特性の別の尺度を使用して、トレーニング映像からの各ブロックを特徴付ける。前処理モジュールは、第１の制御設定を有する第１のフィルタをトレーニング映像の各ブロックに適用し、対象とされたエンコーダを用いて、フィルタ処理されたブロックを特定の量子化パラメータで符号化する。前処理モジュールは、トレーニング映像の符号化されたフィルタ処理ブロック毎に、サイズ（すなわち、ビット使用量）と、フィルタ処理によってもたらされた歪みを測定するためのエラーメトリックと、を計算する。前処理モジュールは、各ブロックの特性、計算されたサイズ、及び、計算されたエラーに基づいて、最小二乗法、ランダムフォレストリグレッサ又は他の機械学習モデル等の回帰モデルを生成して、特定の特性を有する所定のブロックが、第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、特定の量子化パラメータを用いて符号化される際の、その所定のブロックのサイズを予測する。前処理モジュールは、同様に、回帰モデルを生成して、特定の特性を有する所定のブロックが、第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、特定の量子化パラメータを用いて符号化される際の、その所定のブロックのエラーを予測する。その後、前処理モジュールは、残りのＮ－１個のフィルタ毎に、フィルタの適用、符号化、サイズ及びエラーの計算、並びに、回帰モデルの生成というプロセスを繰り返す。いくつかの実施形態では、前処理モジュールは、フィルタの適用、符号化、サイズ及びエラーの計算、並びに、ブロックの符号化に使用され得る任意の追加の量子化パラメータについての回帰モデルの生成というプロセスも繰り返す。

【０００９】

前処理モジュールは、目的の各フィルタ及び／又は量子化パラメータのモデルを生成すると、そのモデルを適用し、各フィルタオプションのコストを計算して、対象のピクチャのブロックを前処理するための最低コストのフィルタを選択する。前処理モジュールは、ピクチャの各ブロックについて、ブロックを特徴付け、ブロックの特徴及びサイズモデルと基づいて、ブロックがＮ個のフィルタの各々でフィルタ処理される際のブロックの予測サイズを計算し、ブロックの特徴及びエラーモデルに基づいて、ブロックがＮ個のフィルタの各々でフィルタ処理される際のブロックの予測エラーを計算する。Ｎ個のフィルタの各々について、前処理モジュールは、ブロックの特性に基づいて、ブロックにフィルタを適用したことによって生じる予測サイズ及びエラーの関数であるコストを計算する。いくつかの実施形態では、前処理モジュールは、フィルタのコストが閾値未満であることに応じて、フィルタをブロックに適用する。いくつかの実施形態では、前処理モジュールは、フィルタの各々について計算されたコストを比較し、現在のブロックに適用するのに最適な（最低の）コストを有するフィルタを選択する。前処理モジュールは、モデルの適用とコストの計算とのプロセスを繰り返して、ピクチャの各ブロックに対して最低コストのフィルタを選択する。ピクチャの各ブロックに最低コストのフィルタを適用することによってピクチャを前処理した後に、前処理モジュールは、フィルタ処理されたピクチャを符号化のためにエンコーダに提供する。エンコーダは、指定された量子化パラメータを用いて、ピクチャの各ブロックを符号化する。エンコーダは、符号化したピクチャを、ネットワ

ークを介してデコーダに伝送する。デコーダは、ビットストリームを復号し、復号した映像情報をマルチメディアアプリケーションに提供してユーザに表示する。低コストのフィルタを用いてピクチャを前処理すると、ビット使用率が低下する（すなわち、圧縮率が増加する）が、目に見える効果が殆どない。

【００１０】

図１は、いくつかの実施形態による、コスト解析に基づいて、前処理フィルタ１２０を選択してピクチャのブロックに適用する前処理モジュール１１０を含む処理システム１００を示す図である。前処理モジュール１１０は、ハードコードされたロジック、プログラマブルロジック、プロセッサによって実行されるソフトウェア、又は、これらの組み合わせとして実装され得る。いくつかの実施形態では、処理システム１００は、サーバ、パーソナルコンピュータ、タブレット、セットトップボックス、ゲームシステム、携帯電話等の様々な電子デバイスに分散されている。

【００１１】

前処理モジュール１１０は、特性化モジュール（characterization module）１１５と、複数のフィルタ１２０と、フィルタ制御１２５と、予測器１３０と、コスト計算機１３５と、フィルタセレクタ１４０と、を含み、これらの各々は、ハードコードされたロジック、プログラマブルロジック、プロセッサによって実行されるソフトウェア、又は、これらの組み合わせとして実装され得る。処理システム１００は、マルチメディアストリーム内のピクチャのストリーム又はシーケンスを表すデジタル情報を受信する。「マルチメディア」という用語は、映像データ、オーディオデータ、又は、これらの組み合わせを含むデータのストリームを指し、いくつかの実施形態では、制御データ、メタデータ、又は、これらの任意の組み合わせを含む。処理システム１００は、各ピクチャを、マクロブロック、コーディングツリーブロック（ＣＴＢ）、タイトル、スライス等のコーディングユニット（本明細書では「ブロック」と呼ばれる）に分割し、これらは、前処理モジュール１１０に提供される。

【００１２】

特性化モジュール１１５は、各ブロックを解析し、空間勾配、彩度、コントラスト、又は、ノイズ具合等のメトリックに従ってブロックを特徴付ける。いくつかの実施形態では、特性化モジュール１１５は、複数の空間スケール及びダイナミックレンジで測定されたブロックの画素アクティビティを示すマルチスケールメトリックを用いて、ブロックを特徴付ける。このような実施形態では、特性化モジュール１１５は、各ブロックの空間スケールを調整する映像／画像スケーラ（図示省略）と、特性化モジュール１１５が、各空間スケール及びダイナミックレンジ設定で各ブロックの画素アクティビティを計算している間に、各ブロックのダイナミックレンジを調整するダイナミックレンジ変調器（図示省略）と、を使用する。「空間スケール」とは、ブロックによって表現される画素数のことをいい、画素は、表示装置におけるアドレス可能な最小の要素である。例えば、いくつかの実施形態では、映像／画像スケーラは、各ブロックを１：１、２：１、４：１、８：１等の複数の空間スケール設定にリスケールするが、例えば１６×１６画素のブロック（すなわち、マクロブロック）の場合、１：１の空間スケールではブロックが変更されず（１６×１６画素）、２：１の空間スケールでは元の１６×１６ブロックが８×８画素に圧縮され、４：１の空間スケールではブロックが４×４画素に圧縮され、８：１の空間スケールではブロックが２×２画素に圧縮されるようにリスケールされる。「ダイナミックレンジ」とは、画素の階調値の数を意味する。例えば、いくつかの実施形態では、ダイナミックレンジ変調器は、１：１、２：１、４：１、８：１等の複数のダイナミックレンジ設定を適用するが、例えば元のダイナミックレンジが０→２５５のグレースケール値であるブロックの場合、１：１のダイナミックレンジではブロックのグレースケール値が０→２５５であり、２：１のダイナミックレンジではブロックのグレースケール値が０→１２７であり、４：１のダイナミックレンジではブロックのグレースケール値が０→６３であり、８：１のダイナミックレンジではブロックのグレースケール値が０→３１であるように適用される。

【００１３】
いくつかの実施形態では、特性化モジュール１１５は、エイリアシングを防ぐために、スケール変更プロセスの前又はその間に、各ブロックの信号にローパスフィルタを適用する。例えば、いくつかの実施形態では、特性化モジュール１１５は、デシメーションの前に、対応する数の適切な係数を用いてローパスフィルタ処理を効果的に行う４タップ又は８タップの有限インパルス応答（ＦＩＲ）フィルタを使用する。フィルタ処理によってぼかし（blurring）が生じ、それにより、ブロック内のディテールの量によっては、情報が失われる場合と失われない場合とがある。いくつかの実施形態では、特性化モジュール１１５は、各ブロック内の画像が、前の空間スケール設定での画像と同様に、連続する空間スケール設定毎にスケール変更される再帰的方法を用いる。

【００１４】
各空間スケール設定及びダイナミックレンジ設定において、特性化モジュール１１５は、画素アクティビティメトリックを使用して、ブロックの画素アクティビティレベルを計算する。いくつかの実施形態では、特性化モジュール１１５は、２次元空間平均勾配を用いて、各ブロックの画素アクティビティを計算する。２次元空間平均勾配は、垂直エッジ及び水平エッジをキャプチャする。いくつかの実施形態では、特性化モジュール１１５は、ウェーブレット変換又は他の変換を用いて各ブロックの画素アクティビティを計算して、所定のブロックのアクティビティパラメータを測定する。このようにして、特性化モジュール１１５は、空間スケール変更の各プログレッシブレベル及び各ダイナミックレンジ設定で失われる情報（もしあれば）の量を測定する。

【００１５】
いくつかの実施形態では、特性化モジュール１１５は、各ブロックについて、空間スケール変更の各プログレッシブレベル及び各ダイナミックレンジ設定で特性化モジュール１１５によって計算されたＮ個の画素アクティビティレベルを表す行列等のＮタプル数であるマルチスケールメトリックを生成する。いくつかの実施形態では、マルチスケールメトリック計算機１３５は、正規化された画素アクティビティレベル値（例えば、最大画素アクティビティ値に関して正規化された値）を使用し、これを浮動小数点数又は固定小数点数によって表すことができる。いくつかの実施形態では、マルチスケールメトリック計算機１３５は、異なる空間スケール及び／又はダイナミックレンジでの値の差に基づいてマルチスケールメトリックを生成する。

【００１６】
したがって、４つの空間スケール設定及び４つのダイナミックレンジ設定でブロックについて測定された画素アクティビティレベルを表す１６タプルのマルチスケールメトリックの場合、いくつかの実施形態におけるマルチスケールメトリックは、以下の表１に記載される情報を表す。

【表１】

表１：

1:1空間スケール 1:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:16×16	2:1空間スケール 1:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:8×8	4:1空間スケール 1:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:4×4	8:1空間スケール 1:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:2×2
1:1空間スケール 2:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:16×16	2:1空間スケール 2:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:8×8	4:1空間スケール 2:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:4×4	8:1空間スケール 2:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:2×2
1:1空間スケール 4:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:16×16	2:1空間スケール 4:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:8×8	4:1空間スケール 4:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:4×4	8:1空間スケール 4:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:2×2
1:1空間スケール 8:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:16×16	2:1空間スケール 8:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:8×8	4:1空間スケール 8:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:4×4	8:1空間スケール 8:1ダイナミックスケール 検討対象の画素:2×2

【００１７】

表１に示すマルチスケールメトリックの構成要素は、左から右に、細かいものから粗いものまでのディテールの寄与を反映している。表１に示すマルチスケールメトリックの構成要素は、上から下に、全てのコントラストレベルから高コントラストのみまでのディテールの寄与を反映している。細かいものから粗いものまでのディテールの寄与、及び、全てのコントラストレベルから高コントラストのみまでのディテールの寄与は、多くの映像及び画像圧縮アルゴリズムの基礎となる離散コサイン変換（ＤＣＴ）及び直接正弦変換（ＤＳＴ）又はウェーブレット変換と直接関連している。前処理モジュール１１０は、ブロックの特性のマルチスケールメトリック又は別の尺度を使用して回帰モデル又は機械学習モデルをトレーニングし、予算又は知覚目標に基づいて各ブロックを前処理するためのフィルタを選択する。

【００１８】

複数のフィルタ１２０の各々は、それらが適用されるブロックから情報を選択的に除去する。いくつかの実施形態では、複数のフィルタ１２０の各々は、同一タイプのフィルタであるが、複数のフィルタ１２０の他のフィルタと異なる設定に調整される。いくつかの実施形態では、各フィルタは、他のフィルタと異なるタイプのフィルタである。例えば、いくつかの実施形態では、複数のフィルタ１２０の各々は、異なる制御設定を有するバイラテラルぼかしフィルタ（bilateral blurring filter）である。他の実施形態では、複数のフィルタ１２０のうち第１のフィルタは、バイラテラルぼかしフィルタ、時間フィルタ（temporal filter）、時空間フィルタ（spatio-temporal filter）、動き補償フィルタ（motion-compensated filter）、又は、他のタイプのフィルタのうち１つであり、複数のフィルタ１２０のうち第２のフィルタは、バイラテラルぼかしフィルタ、時間フィルタ、時空間フィルタ、動き補償フィルタ、又は、他のタイプのフィルタのうち異なるものである。バイラテラルぼかしフィルタは、各画素の強度を、近傍の画素からの強度値の加重平均で置き換える、非線形で、エッジを保持し、ノイズを低減する平滑化フィルタである。時間フィルタは、連続するフレームの加重平均を行う。時空間フィルタは、空間的、時間的、及び、視覚的な冗長性を取り除くことにより、画像及び映像を圧縮する。動き補償フィルタは、映像内のカメラ又はオブジェクトの動きを考慮することにより、前又は将

来のフレームが与えられた場合に、映像内のフレームを予測する。

【００１９】

いくつかの実施形態では、複数のフィルタ１２０の各々は、所定の半径内でガウスぼかしを適用するバイラテラルぼかしフィルタである。各フィルタ１２０は、フィルタ制御１２５によって調整可能な制御設定を有しており、近傍の候補画素と比較されるサンプル画素（検討対象の画素とも呼ばれる）の間の輝度等の値の差に対して、候補画素を検討対象の画素と共にぼかしに含めるために閾値を設定する。フィルタ制御１２５は、各フィルタ１２０の制御設定をさらに調整して、ぼかしに含めるための検討対象の画素と（差分閾値を満たす）候補画素との間の閾値距離を設定する。したがって、各フィルタ１２０は、差分閾値及び距離閾値に対して異なる制御設定を有するバイラテラルぼかしフィルタである。例えば、いくつかの実施形態では、第１のフィルタ１２０は、画素間の値の差を比較的小さく（例えば、５％未満に）して、ぼかしに含めることを許容する、値の差の閾値のための制御設定と、サンプル画素から半径Ｘ画素以内の（且つ、差分閾値も満たす）画素をぼかしに含めることを許容する、画素間の距離閾値のための制御設定と、を有するバイラテラルぼかしフィルタである。いくつかの実施形態における第２のフィルタ１２０は、画素間の値の差を比較的大きく（例えば、２５％未満に）して、ぼかしに含めることを許容する、画素間の値の差の閾値のための制御設定と、サンプル画素から半径Ｙ画素以内の（且つ、差分閾値も満たす）画素をぼかしに含めることを許容する、画素間の閾値距離のための制御設定と、を有するバイラテラルぼかしフィルタである。いくつかの実施形態では、フィルタ制御１２５は、異なる制御設定をフィルタ１２０に適用して、各ブロックにＮ個のフィルタを効果的に適用する。いくつかの実施形態では、Ｎ個のフィルタの各々の制御設定の差は単調であり、他の実施形態では、Ｎ個のフィルタの各々の制御設定の差は単調ではない。

【００２０】

前処理モジュール１１０が、フィルタ１２０の第１のフィルタをブロック１０５に適用してフィルタ処理ブロック１４５を生成した後に、前処理モジュール１１０は、前処理モジュールのエンコーダ（図示省略）を使用するか、フィルタ処理ブロックを前処理モジュール１１０の外部のエンコーダ１５０に提供することによって、フィルタ処理ブロック１４５を符号化する。エンコーダ１５０は、特定の量子化パラメータを用いてフィルタ処理ブロック１４５を符号化（圧縮）して、符号化フィルタ処理ブロック１５５を生成する。予測器１３０は、第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、特定の量子化パラメータを用いて符号化された、符号化フィルタ処理ブロック１５５の圧縮サイズ（ビット使用量）を収集し、符号化フィルタ処理ブロック１５５の平均二乗誤差（ＭＳＥ）等のエラーメトリックを計算する。

【００２１】

いくつかの実施形態では、前処理モジュール１１０は、Ｎ個のフィルタ１２０の各々を用いたトレーニング時に、多数のブロック（例えば、数百万個のブロック）のサイズ及びエラーを特徴付け、フィルタ処理し、符号化し、測定する。予測器１３０は、各ブロックの特性と、各ブロックがＮ個のフィルタの各々でフィルタ処理され符号化されたときに収集された各ブロックのサイズ及びエラーと、に基づいて、最小二乗法、ランダムフォレストリグレッサ（random forest regressor）又は他の機械学習技術を使用して回帰モデルを生成し、ブロックが、Ｎ個のフィルタ１２０の各々でフィルタ処理され、ブロックの特性に基づいて、所定の量子化パラメータを用いて符号化される際の、そのブロックの予測サイズを出力する。また、予測器１３０は、最小二乗法、ランダムフォレストリグレッサ又は他の機械学習技術を使用して回帰モデルを生成し、ブロックが、Ｎ個のフィルタ１２０の各々でフィルタ処理され、ブロックの特性に基づいて、所定の量子化パラメータを用いて符号化される際の、そのブロックの予測エラーを出力する。前処理モジュール１１０は、Ｎ個のフィルタ１２０の各々について、及び、対象の量子化パラメータの各々について、サイズ及びエラーモデルをトレーニングする。

【００２２】

モデルをトレーニングした後、対象のピクチャを前処理するために、処理システム１００は、ピクチャをブロックに分割する。特性化モジュール１１５は、画像の各ブロックを特徴付け、予測器１３０は、各ブロックの特性が与えられると、Ｎ個のフィルタ１２０の各々について、ブロックのサイズモデル及びエラーモデルを計算する。コスト計算機１３５は、ブロックの特性が与えられると、ブロックの予測サイズ及び予測エラーに基づいて、各ブロックに対するＮ個のフィルタの各々のコスト関数を計算する。例えば、ｎが特定のフィルタ１２０であり、マルチスケールメトリック係数が検討対象のブロックのマルチスケールメトリック結果であり、ＱＰが量子化パラメータであるいくつかの実施形態では、コスト関数は

【数１】

$$\text{コスト} = \left(\text{サイズ}_{\text{モデル}}\left(n, \text{マルチスケールメトリック係数}, QP\right)\right)^{2} * \sqrt{\text{エラー}_{\text{モデル}}\left(n, \text{マルチスケールメトリック係数}, QP\right)}$$

である。

【００２３】

フィルタセレクタ１４０は、Ｎ個のフィルタ１２０の各々の（且つ、いくつかの実施形態では、対象の各量子化パラメータの）コスト関数に基づいて、ブロックの特性に基づいて、各ブロックに適用される最良の（最低の）コストを有するフィルタを選択する。前処理モジュール１１０は、選択されたフィルタ１２０をピクチャの各ブロックに適用して、ピクチャの各ブロックに対して前処理を繰り返す。前処理モジュール１１０は、フィルタ処理されたピクチャを符号化のためにエンコーダ１５０に提供する。

【００２４】

図２は、いくつかの実施形態による、マルチスケールメトリックを計算する目的のために、２つのサンプルブロック２０５，２５５の空間スケールを変化させる効果を示す図である。ブロック２０５，２５５は、１：１の空間スケールで示されている。ブロック２０５は、４つの正方形の市松模様であり、左上及び右下の四半分には黒い正方形があり、右上及び左下の四半分には薄灰色の正方形がある。ブロック２５５は、２５６個の正方形の市松模様であり、黒及び薄灰色の正方形が交互に１６列及び１６行ある。

【００２５】

ブロック２０５，２５５の空間スケールが２：１の空間スケールに調整され、それぞれブロック２１０，２６０になる場合、ブロック２１０が、４つの正方形の市松模様として現れ、左上及び右下の四半分には黒い正方形があり、右上及び左下の四半分には薄灰色の正方形がある、という点でブロック２１０は、ブロック２０５の知覚特性を保持する。一方、空間スケールを２：１に縮小した場合、ブロック２６０のチェッカーパターンはブロック２５５ではもはや見えていない。

【００２６】

ブロック２０５，２５５の空間スケールがさらに４：１の空間スケールに調整され、それぞれブロック２１５，２６５になる場合、ブロック２１５は依然としてブロック２０５の知覚特性を保持しているが、ブロック２６５は一様な灰色の正方形であるように見える。同様に、ブロック２０５，２５５の空間スケールが８：１の空間スケールに調整され、ブロック２２０，２７０になる場合、ブロック２２０には市松模様が引き続き見られるが、ブロック２７０は一様な灰色の正方形であるように見え、ブロック２５５の細かいディテールは何も保持されていない。

【００２７】

図２に単一のダイナミックレンジ設定で示される４つの空間スケール設定（１：１、２：１、４：１、８：１）を表すためのマルチスケールメトリックは、４タプルである。画素アクティビティが０～１の値を有する２次元空間勾配であり、０が垂直又は水平のエッジがないことを示し、１が垂直及び水平のエッジが最大量あることを示すと仮定すれば、

８×８画素の市松模様であるブロック２０５の画素アクティビティ値は、このパターンが、そのサイズにとっての最大トランジション数の１／８を有するので、０．１２５である。２：１にスケール変更されたブロック２０５の８×８市松模様であるブロック２１０の画素アクティビティ値は、このパターンが、そのサイズにとっての最大トランジション数の１／４を有するので、０．２５である。４：１にスケール変更されたブロック２０５の８×８市松模様であるブロック２１５の画素アクティビティ値は、このパターンが、そのサイズにとっての最大トランジション数の半分を有するので、０．５である。８：１にスケール変更されたブロック２０５の８×８市松模様であるブロック２２０の画素アクティビティ値は、このパターンが、そのサイズにとっての最大トランジション数を有するので、１．０である。したがって、ブロック２０５，２１０，２１５，２２０として示される空間スケールでのブロック２０５のマルチスケールメトリックは、［０．１２５，０．２５，０．５，１］として表される。

【００２８】

対照的に、ブロック２５５は、１×１画素の市松模様であり、このパターンは、そのサイズにとっての最大トランジション数を有するので、画素アクティビティ値が１．０である。ブロック２６０は、２：１にスケール変更されたブロック２５５の１×１市松模様を有しており、スケール変更のローパスフィルタ処理が、信号内にアクティビティが存在しなくなるほどブロック２６０のパターンに影響を与えるので、ブロック２６０の画素アクティビティ値は０である。ブロック２６５，２７０は、それぞれ４：１及び８：１にスケール変更されたブロック２５５の１×１市松模様を有しており、信号内にアクティビティが存在しないので、ブロック２６５，２７０も画素アクティビティ値が０になる。したがって、ブロック２５５，２６０，２６５，２７０として示される空間スケールでのブロック２５５のマルチスケールメトリックは、［１，０，０，０］として表される。［０．１２５，０．２５，０．５，１］のマルチスケールメトリックは、ブロック２０５の空間勾配が各空間スケールで２倍になるため、空間スケールの縮小によって減少されない粗いディテールによって支配されることを示している。一方、［１，０，０，０］のマルチスケールメトリックは、ブロック２５５の勾配が空間スケールの変化の影響を受けていることを示しており、したがって、かなりの量の細かいディテールが含まれていることになる。このようにして、複数の空間スケールでの画素アクティビティの２次元空間勾配又は他のメトリックの尺度を組み込むことにより、マルチスケールメトリックは、ブロックへの細かいディテール及び粗いディテールの寄与を判定する指標となる。

【００２９】

図３は、いくつかの実施形態による、マルチスケールメトリックを計算する目的のために、２つのサンプルブロック３０５，３５５のダイナミックレンジを変化させる効果を示す図である。ブロック３０５，３５５は、０→２５５の２５６グレースケール値を有する１：１のダイナミックレンジで示されている。ブロック３０５は、４つの正方形の市松模様であり、左上及び右下の四半分には黒い正方形があり、右上及び左下の四半分には薄灰色の正方形がある。ブロック３５５は、４つの正方形の市松模様であり、左上及び右下の四半分には黒い正方形があり、右上及び左下の四半分には濃灰色の正方形がある。

【００３０】

ブロック３０５，３５５のダイナミックレンジが、０→１２７の１２８グレースケール値を有する２：１ダイナミックレンジスケールに調整され、それぞれブロック３１０，３６０になる場合、ブロック３１０の薄灰色の正方形は比較的明るくなるが、黒い正方形は黒のままである。したがって、ダイナミックレンジを２：１に減らすことで、ブロック３１０の勾配は、ブロック３０５の勾配よりも高くなる。一方、ダイナミックレンジを２：１に縮小した場合、ブロック３６０の勾配は、ブロック３５５の勾配よりも低くなるが、ブロック３６０の市松模様を識別することは依然として可能である。

【００３１】

ブロック３０５，３５５のダイナミックレンジが、０→６３の６４グレースケール値を有する４：１ダイナミックレンジスケールにさらに調整され、それぞれブロック３１５，

３６５になる場合、ブロック３０５の灰色の正方形は、ブロック３１５に示すようにほぼ白になるが、黒い正方形は黒のままである。ダイナミックレンジが４：１に減少すると、ブロック３５５の灰色の正方形は、ブロック３６５では実質的に黒になり、したがってブロック３６５の勾配はゼロに近づく。同様に、ブロック３０５，３５５のダイナミックレンジが、０→３１の３２グレースケール値を有する８：１空間スケールに調整され、ブロック３２０，３７０になると、ブロック３２０の勾配は最大値まで増加するのに対して、ブロック３７０は勾配がゼロの一様な黒い正方形であるように見える。

【００３２】

図３に単一の空間スケール設定で示される４つのダイナミックレンジ設定（１：１、２：１、４：１、及び８：１）を表すためのマルチスケールメトリックは、４タプルである。画素アクティビティが０～１の値を有する２次元空間勾配であり、０が垂直又は水平のエッジがないことを示し、１が垂直及び水平のエッジが最大量あることを示すと仮定すれば、（ブロック３０５，３１０，３１５，３２０として示されている空間スケールでの）ブロック３０５のマルチスケールメトリックは、［０．８，０．９，１．０，１．０］として表され、（ブロック３５５，３６０，３６５，３７０として示されている空間スケールでの）ブロック３５５のマルチスケールメトリックは、［０．２，０．１，０，０］として表される。［０．８，０．９，１．０，１．０］のマルチスケールメトリックは、ブロック３０５では高周波の減衰が認められる可能性が高いことを示しており、その一方で、［０．２，０．１，０，０］のマルチスケールメトリックは、ブロック３５５では高周波の減衰が認められる可能性が低いことを示している。このようにして、複数のダイナミックレンジでの画素アクティビティの２次元空間勾配又は他のメトリックの尺度を組み込むことにより、マルチスケールメトリックは、高コントラストレベルのみからのディテールの寄与と対比して、全てのコントラストレベルからのディテールの寄与を判定する指標となる。

【００３３】

図４は、いくつかの実施形態による、異なる設定を有するＮ個のバイラテラルぼかしフィルタ１２０をピクチャの一部に適用する前処理モジュール１１０のフィルタ制御１２５を示す図である。フィルタ制御１２５は、距離セレクタ４４０及び差分セレクタ４４５を含み、これらの各々は、ハードコードされたロジック、プログラマブルロジック、プロセッサによって実行されるソフトウェア、又は、これらの組み合わせとして実装され得る。距離セレクタ４４０でバイラテラルぼかしフィルタ１２０の距離閾値を調整し、差分セレクタ４４５でバイラテラルぼかしフィルタ１２０の差分閾値を調整することにより、フィルタ制御１２５は、距離閾値及び差分閾値の設定のセット毎に異なるフィルタ１２０を効果的に生成する。他の実施形態は、追加又は異なるパラメータを有する他のタイプのフィルタを使用する。

【００３４】

特性化モジュール１１５がブロックを特徴付けた後に、フィルタ制御１２５は、複数のフィルタ１２０をブロックに適用する。例えば、画素４００～４２４を含むブロック４２５では、そのうちの画素４１２は検討対象の画素（すなわち、ブロック内の他の画素がぼかされることが予想される画素）であり、フィルタ制御１２５は、第１の距離閾値及び第１の差分閾値を有する第１のフィルタ１２０を適用する。第１のフィルタ１２０は、前処理モジュール１１０によってブロック２２５に適用されると、検討対象の画素４１２を有する領域４３５内の画素４０６，４０７，４０８，４１１，４１３，４１６，４１７，４１８をぼかす。フィルタ制御１２５が、第２の距離閾値及び第２の差分閾値を有する第２のフィルタ１２０をブロック４２５に適用する場合、第２のフィルタ１２０は、検討対象の画素４１２を有する領域４３０内の画素４０２，４０３，４０４，４０７，４０８，４０９，４１３，４１４をぼかす。

【００３５】

図５は、いくつかの実施形態による、異なるフィルタでフィルタ処理されたブロックのサイズ及び歪み（エラーと呼ばれる）を予測するモデルをトレーニングする方法５００を

示すフロー図である。方法５００は、図１に示す処理システム１００のいくつかの実施形態で実施される。ブロック５０２において、特性化モジュール１１５は、複数のブロックの各ブロックを特性化する（特徴付ける）。いくつかの実施形態では、特性化モジュール１１５は、マルチスケールメトリックを用いてブロックを特性化する。他の実施形態では、特性化モジュール１１５は、彩度、コントラスト、又は、ノイズ具合等の他のメトリックに基づいてブロックを特性化する。ブロック５０４において、フィルタ制御１２５は、第１のフィルタ１２０を各ブロックに適用する。ブロック５０６において、前処理モジュール１１０は、量子化パラメータを用いてフィルタ処理ブロックを符号化する。ブロック５０８において、予測器１３０は、符号化された各フィルタ処理ブロックのサイズ及びエラーを収集（又は、計算）する。ブロック５１０において、予測器１３０は、ブロックが、第１のフィルタでフィルタ処理され、量子化パラメータを用いて符号化される際の、そのブロックのサイズを予測するための回帰モデルと、ブロックが、第１のフィルタでフィルタ処理され、量子化パラメータを用いて符号化される際の、そのブロックのエラーを予測するための回帰モデルと、を生成（develop）する。ブロック５１２において、前処理モジュール１１０は、予測器１３０が、評価されているＮ個のフィルタの全てに対して、サイズモデル及びエラーモデルを生成したかどうかを判定する。

【００３６】

ブロック５１２において、予測器１３０が、評価されている各フィルタに対して、サイズモデル及びエラーモデルを生成していないことを前処理モジュール１１０が判定した場合、方法フローはブロック５１４に進む。ブロック５１４において、フィルタ制御１２５は、次のフィルタ１２０を複数のブロックの各々に適用する。そこから、方法フローはブロック５０６に戻る。ブロック５１２において、予測器１３０が、評価されているＮ個のフィルタのそれぞれに対して、サイズモデル及びエラーモデルを生成したと前処理モジュール１１０が判定した場合、方法フローはブロック５１６に進む。ブロック５１６において、前処理モジュール１１０は、図６でさらに説明するように、ピクチャ又は映像を前処理するために、Ｎ個のフィルタ１２０の各々に対して、生成したサイズモデル及びエラーモデルを使用する。

【００３７】

図６は、いくつかの実施形態による、各ブロックに対して最低コストを有するフィルタを用いてピクチャのブロックをフィルタ処理する方法６００を示すフロー図である。方法６００は、図１に示す処理システム１００のいくつかの実施形態で実施される。ブロック６０２において、処理システム１００は、ピクチャをブロックに分割する。ブロック６０４において、特性化モジュール１１５は、図５を参照して既に述べたように、回帰モデルをトレーニングするためのトレーニングステップで使用された同じ特性化方法を使用して、ピクチャの第１のブロックを特性化する（特徴付ける）。ブロック６０６において、予測器１３０は、第１のブロックの特性をＮ個のサイズモデルの各々（Ｎ個のフィルタ１２０の各々に対して生成した１つのサイズモデル）に入力することにより、第１のブロックが、Ｎ個のフィルタ１２０の各々を用いてフィルタ処理される際の、第１のブロックの予測サイズを計算する。また、予測器１３０は、第１のブロックの特性をＮ個のエラーモデルの各々（Ｎ個のフィルタ１２０の各々に対して生成した１つのエラーモデル）に入力することにより、第１のブロックが、Ｎ個のフィルタ１２０の各々を用いてフィルタ処理される際の、第１のブロックの予測エラーを計算する。

【００３８】

ブロック６０８において、コスト計算機１３５は、第１のブロックの特性を有するブロックが、各フィルタ１２０を用いてフィルタ処理される際の、そのブロックの予測サイズ及び予測エラーに基づいて、Ｎ個のフィルタ１２０の各々を適用することに関連するコストを計算する。いくつかの実施形態では、コストは、サイズモデルの二乗とエラーモデルの平方根との積であるコスト関数に基づいている。ブロック６１０において、フィルタセレクタ１４０は、第１のブロックのコストが最も低くなると予測されるフィルタを選択する。ブロック６１２において、前処理モジュール１１０は、最低コストのフィルタを第１

のブロックに適用する。ブロック６１４において、前処理モジュール１１０は、対象のピクチャ（又は、映像）の全てのブロックがフィルタ処理されたかどうかを判定する。ブロック６１４において、前処理モジュール１１０が、ピクチャの全てのブロックがフィルタ処理されていないと判定した場合、方法フローはブロック６１６に進む。ブロック６１６において、前処理モジュール１１０は、ピクチャの次のブロックに進み、方法フローはブロック６０４に戻る。ブロック６１４において、前処理モジュール１１０が、ピクチャの全てのブロックがフィルタ処理されていると判定した場合、方法フローはブロック６１８に進む。ブロック６１８において、前処理モジュールは、フィルタ処理されたピクチャをエンコーダ１５０に提供する。

【００３９】

本明細書に記載するように、いくつかの実施形態では、方法は、空間勾配、彩度、コントラスト又はノイズ具合のうち少なくとも１つを含むメトリックに基づいて、１つ以上のピクチャの複数のブロックの各ブロックを特性化することと、第１のフィルタを適用して、複数のブロックの各ブロックをフィルタ処理することと、第１の量子化パラメータを用いて、第１のフィルタでフィルタ処理された複数のブロックの各々を符号化することと、符号化され、第１のフィルタでフィルタ処理された複数のブロックの各々のサイズ及びエラーを計算することと、第１のピクチャの第１のブロックのサイズ及びエラーを、第１のブロックの特性と複数のブロックの各々の特性並びにサイズ及びエラーとに基づいて予測することであって、第１のブロックは、第１のフィルタでフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化される、ことと、予測されたサイズ及びエラーに基づいて、第１のフィルタのコストが閾値未満であることに応じて、第１のフィルタを第１のブロックに適用することと、を含む。一態様では、方法は、第２のフィルタを適用して、１つ以上のピクチャの複数のブロックをフィルタ処理することと、第１の量子化パラメータを用いて、第２のフィルタでフィルタ処理された複数のブロックの各々を符号化することと、符号化され、第２のフィルタでフィルタ処理された複数のブロックの各々のサイズ及びエラーを計算することと、第１のピクチャの第１のブロックのサイズ及びエラーを、第１のブロックの特性と複数のブロックの各々の特性並びにサイズ及びエラーとに基づいて予測することであって、第１のブロックは、第２のフィルタでフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化される、ことと、第１のブロックの予測されたサイズ及びエラーに基づく第１のフィルタのコストが第２のフィルタのコストを超えることに応じて、第２のフィルタを第１のブロックに適用することであって、第１のブロックは、第２のフィルタでフィルタ処理される、ことと、を含む。

【００４０】

一態様では、第１のフィルタ及び第２のフィルタは、ぼかしフィルタであり、第１のフィルタを適用することは、第１のブロックのサンプル画素と、サンプル画素を含むぼかしに含めるための第１のブロックの候補画素と、の間の値の差を示す第１の制御設定を変更することを含み、第２のフィルタを適用することは、サンプル画素と、サンプル画素を含むぼかしに含めるための候補画素と、の間の距離を示す第２の制御設定を変更することを含み、第１のフィルタの第１の制御設定及び第２の制御設定のうち少なくとも一方は、第２のフィルタの第１の制御設定及び第２の制御設定と異なる。別の態様では、第１のフィルタは、バイラテラルぼかしフィルタ、時間フィルタ、時空間フィルタ及び動き補償フィルタのうち１つを含み、第２のフィルタは、バイラテラルぼかしフィルタ、時間フィルタ、時空間フィルタ及び動き補償フィルタのうち１つを含み、第１のフィルタと異なる。さらに別の態様では、方法は、第１のフィルタ又は第２のフィルタでフィルタ処理された第１のブロックをエンコーダに提供することを含む。

【００４１】

一態様では、第１のフィルタのコストの関数は、複数のブロックの各々の特性、計算されたサイズ、及び、計算されたエラーに基づいており、複数のブロックは、第１のフィルタでフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化されており、第２のフィルタのコストの関数は、複数のブロックの各々の特性、計算されたサイズ、及び、計算さ

れたエラーに基づいており、複数のブロックは、第２のフィルタでフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化されている。別の態様では、特性化することは、複数のブロックの各々のマルチスケールメトリックに基づいており、マルチスケールメトリックは、複数の空間的圧縮スケール及び複数のダイナミックレンジスケールのうち少なくとも１つについて、ブロックの画素アクティビティの推定レベルに基づく係数を含み、マルチスケールメトリックは、ビット配分又は量子化パラメータのビット割り当てがブロックの知覚品質にどのように影響すると予測されるかを示す。

【００４２】

いくつかの実施形態では、方法は、ピクチャの第１のブロックに対して、第１のフィルタを適用するコストと、第１のフィルタとは異なる第２のフィルタを適用するコストと、を計算することであって、第１のフィルタのコストは、第１のブロックの空間勾配、彩度、コントラスト又はノイズ具合のうち少なくとも１つを含むメトリック、第１の予測サイズ及び第１の予測エラーに基づく特性に基づいており、第１のブロックは、第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化され、第２のフィルタのコストは、第１のブロックの特性、第２のサイズ及び第２のエラーに基づいており、第１のブロックは、第２のフィルタを用いてフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化される、ことと、第１のフィルタのコストと、第２のフィルタのコストと、に基づいて、第１のフィルタ又は第２のフィルタを選択することと、選択されたフィルタを適用して、第１のブロックをフィルタ処理することと、フィルタ処理された第１のブロックを符号化するために、フィルタ処理された第１のブロックをエンコーダに提供することと、を含む。一態様では、第１のフィルタ及び第２のフィルタは、第１のブロックのサンプル画素と、サンプル画素を含むぼかしに含めるための第１のブロックの候補画素と、の間の値の差を示す第１の制御設定と、サンプル画素と、サンプル画素を含むぼかしに含めるための候補画素と、の間の距離を示す第２の制御設定と、を備えるぼかしフィルタであり、第１のフィルタの第１の制御設定及び第２の制御設定のうち少なくとも一方は、第２のフィルタの第１の制御設定及び第２の制御設定と異なる。

【００４３】

一態様では、第１のフィルタ及び第２のフィルタの各々は、バイラテラルぼかしフィルタ、時間フィルタ、時空間フィルタ及び動き補償フィルタのうち１つを含む。別の態様では、方法は、第１のピクチャの第１のブロックを特性化することを含む。さらに別の態様では、方法は、第１のブロックの第１のサイズ及び第１のエラーを予測することであって、第１のブロックは、第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化される、ことと、第１のブロックの第２のサイズ及び第２のエラーを予測することであって、第１のブロックは、第２のフィルタを用いてフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化される、ことと、を含む。さらに別の態様では、方法は、第１のフィルタ及び第１の量子化パラメータに基づいて、第１のブロックの第１のサイズを予測するモデルと、第１のブロックの第１のエラーを予測するモデルと、をトレーニングすることと、第２のフィルタ及び第１の量子化パラメータに基づいて、第１のブロックの第２のサイズを予測するモデルと、第１のブロックの第２のエラーを予測するモデルと、をトレーニングすることと、を含む。さらに別の態様では、特性は、第１のブロックのマルチスケールメトリックに基づいており、マルチスケールメトリックは、複数の空間的圧縮スケール及び複数のダイナミックレンジスケールのうち少なくとも１つについて、第１のブロックの画素アクティビティの推定レベルに基づく係数を含み、マルチスケールメトリックは、ビット配分又は量子化パラメータのビット割り当てが第１のブロックの知覚品質にどのように影響すると予測されるかを示す。

【００４４】

いくつかの実施形態では、デバイスは、ピクチャの第１のブロックに対して、第１のフィルタを適用するコストと、第１のフィルタと異なる第２のフィルタを適用するコストと、を推定するコスト計算機であって、第１のフィルタのコストは、第１のブロックの空間勾配、彩度、コントラスト又はノイズ具合のうち少なくとも１つを含むメトリック、第１

の予測サイズ及び第１の予測エラーに基づく第１のブロックの特性に基づいており、第１のブロックは、第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化され、第２のフィルタのコストは、第１のブロックの特性並びに第１のブロックの第２のサイズ及び第２のエラーに基づいており、第１のブロックは、第２のフィルタを用いてフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化される、コスト計算機と、第１のフィルタ又は第２のフィルタを、第１のフィルタのコスト及び第２のフィルタのコストに基づいて選択し、選択されたフィルタを適用して第１のブロックをフィルタ処理するためのフィルタセレクタと、フィルタ処理された第１のブロックを符号化するエンコーダと、を備える。

【００４５】

一態様では、第１のフィルタ及び第２のフィルタは、第１のブロックのサンプル画素と、サンプル画素を含むぼかしに含めるための第１のブロックの候補画素と、の間の値の差を示す第１の制御設定と、サンプル画素と、サンプル画素を含むぼかしに含めるための候補画素と、の間の距離を示す第２の制御設定と、を備えるぼかしフィルタであり、第１のフィルタの第１の制御設定及び第２の制御設定のうち少なくとも一方は、第２のフィルタの第１の制御設定及び第２の制御設定と異なる。別の態様では、第１のフィルタ及び第２のフィルタの各々は、バイラテラルぼかしフィルタ、時間フィルタ、時空間フィルタ及び動き補償フィルタのうち１つを含む。

【００４６】

一態様では、デバイスは、第１のピクチャの第１のブロックを特性化する特性化モジュールを備える。別の態様では、特性化モジュールは、第１のブロックのマルチスケールメトリックに基づいて第１のブロックを特性化し、マルチスケールメトリックは、複数の空間的圧縮スケール及び複数のダイナミックレンジスケールのうち少なくとも１つについて、ブロックの画素アクティビティの推定レベルに基づく係数を含み、マルチスケールメトリックは、ビット配分又は量子化パラメータのビット割り当てがブロックの知覚品質にどのように影響すると予測されるかを示す。別の態様では、デバイスは、第１のフィルタを用いてフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化された複数のブロックの特性に基づいて、第１のブロックの第１のサイズを予測するモデルと、第１のブロックの第１のエラーを予測するモデルと、をトレーニングすることと、第２のフィルタを用いてフィルタ処理され、第１の量子化パラメータを用いて符号化された複数のブロックの特性に基づいて、第１のブロックの第２のサイズを予測するモデルと、第１のブロックの第２のエラーを予測するモデルと、をトレーニングすることと、を行うように構成された予測器を備える。

【００４７】

コンピュータ可読記憶媒体は、命令及び／又はデータをコンピュータシステムに提供するために、使用中にコンピュータシステムによってアクセス可能な任意の非一時的な記憶媒体又は非一時的な記憶媒体の組み合わせを含む。このような記憶媒体には、限定されないが、光学媒体（例えば、コンパクトディスク（ＣＤ）、デジタル多用途ディスク（ＤＶＤ）、ブルーレイ（登録商標）ディスク）、磁気媒体（例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、磁気テープ、磁気ハードドライブ）、揮発性メモリ（例えば、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）若しくはキャッシュ）、不揮発性メモリ（例えば、読取専用メモリ（ＲＯＭ）若しくはフラッシュメモリ）、又は、微小電気機械システム（ＭＥＭＳ）ベースの記憶媒体が含まれ得る。コンピュータ可読記憶媒体（例えば、システムＲＡＭ又はＲＯＭ）はコンピューティングシステムに内蔵されてもよいし、コンピュータ可読記憶媒体（例えば、磁気ハードドライブ）はコンピューティングシステムに固定的に取り付けられてもよいし、コンピュータ可読記憶媒体（例えば、光学ディスク又はユニバーサルシリアルバス（ＵＳＢ）ベースのフラッシュメモリ）はコンピューティングシステムに着脱可能に取り付けられてもよいし、コンピュータ可読記憶媒体（例えば、ネットワークアクセス可能ストレージ（ＮＡＳ））は有線又は無線ネットワークを介してコンピュータシステムに結合されてもよい。

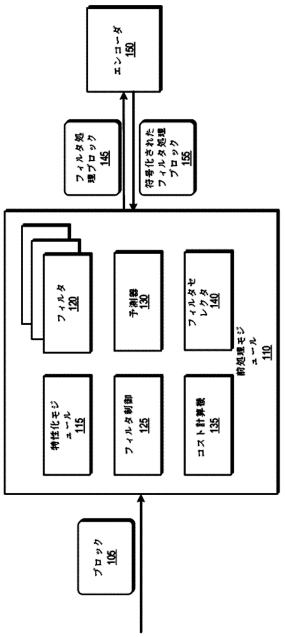
【００４８】
いくつかの実施形態では、上記の技術のいくつかの態様は、ソフトウェアを実行するプロセッシングシステムの１つ以上のプロセッサによって実装されてもよい。ソフトウェアは、非一時的なコンピュータ可読記憶媒体に記憶され、又は、非一時的なコンピュータ可読記憶媒体上で有形に具現化された実行可能命令の１つ以上のセットを含む。ソフトウェアは、１つ以上のプロセッサによって実行されると、上記の技術の１つ以上の態様を実行するように１つ以上のプロセッサを操作する命令及び特定のデータを含むことができる。非一時的なコンピュータ可読記憶媒体は、例えば、磁気若しくは光ディスク記憶デバイス、例えばフラッシュメモリ、キャッシュ、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）等のソリッドステート記憶デバイス、又は、他の１つ以上の不揮発性メモリデバイス等を含むことができる。非一時的なコンピュータ可読記憶媒体に記憶された実行可能命令は、ソースコード、アセンブリ言語コード、オブジェクトコード、又は、１つ以上のプロセッサによって解釈若しくは実行可能な他の命令フォーマットであってもよい。

【００４９】
上述したものに加えて、概要説明において説明した全てのアクティビティ又は要素が必要とされているわけではなく、特定のアクティビティ又はデバイスの一部が必要とされない場合があり、１つ以上のさらなるアクティビティが実行される場合があり、１つ以上のさらなる要素が含まれる場合があることに留意されたい。さらに、アクティビティが列挙された順序は、必ずしもそれらが実行される順序ではない。また、概念は、特定の実施形態を参照して説明された。しかしながら、当業者であれば、特許請求の範囲に記載されているような本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更及び変形を行うことができるのを理解するであろう。したがって、明細書及び図面は、限定的な意味ではなく例示的な意味で考慮されるべきであり、これらの変更形態の全ては、本発明の範囲内に含まれることが意図される。

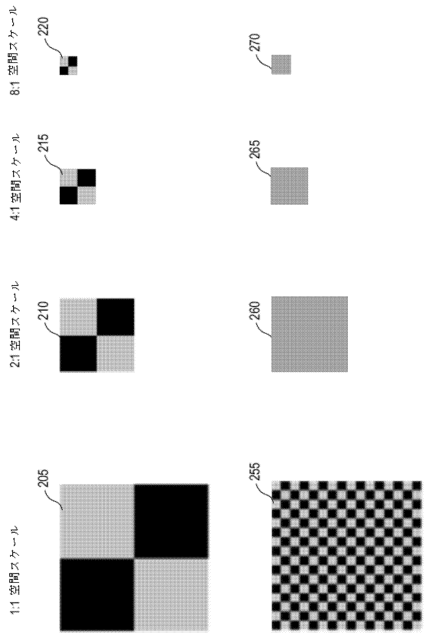
【００５０】
利益、他の利点及び問題に対する解決手段を、特定の実施形態に関して上述した。しかし、利益、利点、問題に対する解決手段、及び、何かしらの利益、利点若しくは解決手段が発生又は顕在化する可能性のある特徴は、何れか若しくは全ての請求項に重要な、必須の、又は、不可欠な特徴と解釈されない。さらに、開示された発明は、本明細書の教示の利益を有する当業者には明らかな方法であって、異なっているが同様の方法で修正され実施され得ることから、上述した特定の実施形態は例示にすぎない。添付の特許請求の範囲に記載されている以外に本明細書に示されている構成又は設計の詳細については限定がない。したがって、上述した特定の実施形態は、変更又は修正されてもよく、かかる変更形態の全ては、開示された発明の範囲内にあると考えられることが明らかである。したがって、ここで要求される保護は、添付の特許請求の範囲に記載されている。

【図面】

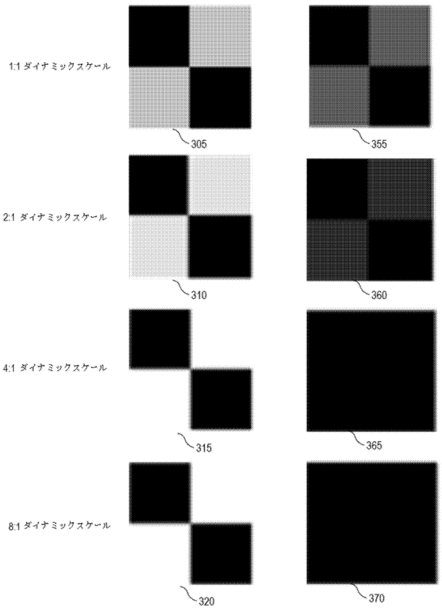
【図１】


エンコーダ
150
フィルタ処理ブロック
145
符号化されたフィルタ処理ブロック
155
フィルタ
120
予測器
130
フィルタセレクタ
140
前処理モジュール
110
特性化モジュール
115
フィルタ制御
125
コスト計算器
135
ブロック
105

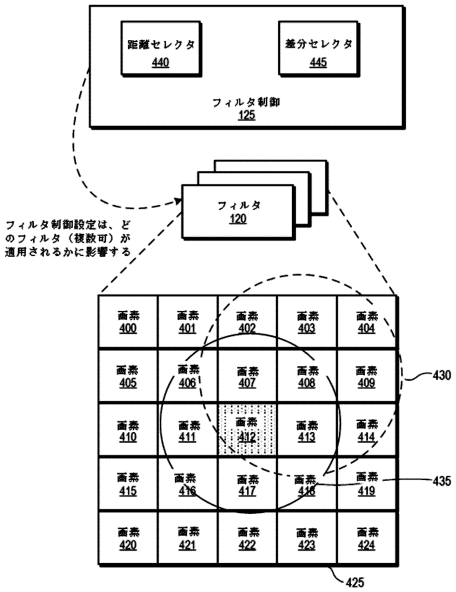
【図２】


8:1 空間スケール
220
270
4:1 空間スケール
215
265
2:1 空間スケール
210
260
1:1 空間スケール
205
255

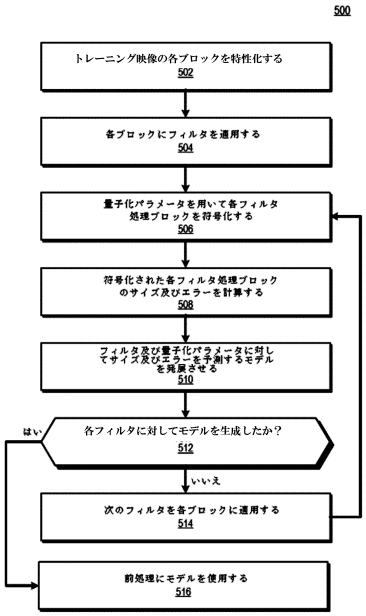
【図３】


1:1 ダイナミックスケール
305
355
2:1 ダイナミックスケール
310
360
4:1 ダイナミックスケール
315
365
8:1 ダイナミックスケール
320
370

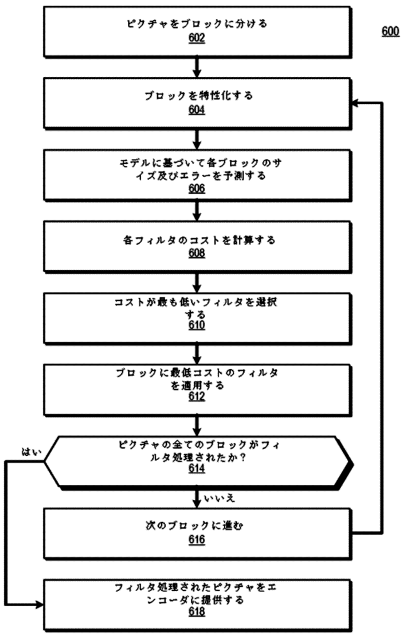
【図４】


距離セレクタ
440
差分セレクタ
445
フィルタ制御
125
フィルタ
120
フィルタ制御設定は、どのフィルタ（複数可）が適用されるかに影響する
画素 400
画素 401
画素 402
画素 403
画素 404
画素 405
画素 406
画素 407
画素 408
画素 409
画素 410
画素 411
画素 412
画素 413
画素 414
画素 415
画素 416
画素 417
画素 418
画素 419
画素 420
画素 421
画素 422
画素 423
画素 424
430
435
425

【図５】


500
トレーニング映像の各ブロックを特性化する
502
各ブロックにフィルタを適用する
504
量子化パラメータを用いて各フィルタ処理ブロックを符号化する
506
符号化された各フィルタ処理ブロックのサイズ及びエラーを計算する
508
フィルタ及び量子化パラメータに対してサイズ及びエラーを予測するモデルを発展させる
510
各フィルタに対してモデルを生成したか？
512
はい
いいえ
次のフィルタを各ブロックに適用する
514
前処理にモデルを使用する
516

【図６】


600
ピクチャをブロックに分ける
602
ブロックを特性化する
604
モデルに基づいて各ブロックのサイズ及びエラーを予測する
606
各フィルタのコストを計算する
608
コストが最も低いフィルタを選択する
610
ブロックに最低コストのフィルタを適用する
612
ピクチャの全てのブロックがフィルタ処理されたか？
614
はい
いいえ
次のブロックに進む
616
フィルタ処理されたピクチャをエンコーダに提供する
618

フロントページの続き

(74)代理人　100162156
弁理士　村雨 圭介
(72)発明者　メーディ サイーディ
カナダ国 Ｌ３Ｔ ７Ｘ６ オンタリオ州、マーカム、ワン コマース バリー ドライブ イースト
(72)発明者　ボリス イバノビッチ
カナダ国 Ｌ３Ｔ ７Ｘ６ オンタリオ州、マーカム、ワン コマース バリー ドライブ イースト
(72)発明者　トーマス ストラルチク
カナダ国 Ｌ３Ｔ ７Ｘ６ オンタリオ州、マーカム、ワン コマース バリー ドライブ イースト
(72)発明者　イハブ アメール
カナダ国 Ｌ３Ｔ ７Ｘ６ オンタリオ州、マーカム、ワン コマース バリー ドライブ イースト
(72)発明者　ガボール シネス
カナダ国 Ｌ３Ｔ ７Ｘ６ オンタリオ州、マーカム、ワン コマース バリー ドライブ イースト
審査官　鉢呂 健

(56)参考文献
特開２００６－１６６１０４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－０４６４０７（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２２５２７６（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１７５６２１（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００７／００６４８１６（ＵＳ，Ａ１）
JENAB, Maryam et al.，CONTENT-ADAPTIVE RESOLUTION CONTROL TO IMPROVE VIDEO CODING EFFICIENCY，2018 IEEE International Conference on Multimedia & Expo Workshops (ICMEW)，IEEE，2018年11月29日，pp.1-4，〈URL:https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8551513/citations#citations〉，〈DOI:10.1109/ICMEW.2018.8551513〉

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０４Ｎ　１９／００－１９／９８
ＩＥＥＥ Ｘｐｌｏｒｅ