

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5844745号  
(P5844745)

(45) 発行日 平成28年1月20日(2016.1.20)

(24) 登録日 平成27年11月27日(2015.11.27)

(51) Int.Cl.

H04N 7/01 (2006.01)

F 1

H04N 7/01

G

請求項の数 35 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2012-551975 (P2012-551975)  
 (86) (22) 出願日 平成23年2月1日 (2011.2.1)  
 (65) 公表番号 特表2013-519296 (P2013-519296A)  
 (43) 公表日 平成25年5月23日 (2013.5.23)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2011/000186  
 (87) 國際公開番号 WO2011/097013  
 (87) 國際公開日 平成23年8月11日 (2011.8.11)  
 審査請求日 平成26年2月3日 (2014.2.3)  
 (31) 優先権主張番号 61/300,551  
 (32) 優先日 平成22年2月2日 (2010.2.2)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 501263810  
 トムソン ライセンシング  
 Thomson Licensing  
 フランス国, 92130 イッシー レ  
 ムーリノー, ル ジヤンヌ ダルク,  
 1-5  
 1-5, rue Jeanne d' A  
 r c, 92130 ISSY LES  
 MOULINEAUX, France  
 (74) 代理人 110001243  
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所  
 (72) 発明者 チャン ドン-チン  
 アメリカ合衆国 08536 ニュージャ  
 ージー州 プレイズボロ レーベンス  
 クレスト ドライブ 5603  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する方法および装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

入力ビデオシーケンスから、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するパッチジェネレータであって、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチが、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に1つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものである、パッチジェネレータを備える装置であって、

前記パッチジェネレータは、前記入力ビデオシーケンスから抽出されたパッチのクラス化プロセスに統いて、前記入力ビデオシーケンスからの対応する拡大パッチを平均することによって、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成し、前記拡大パッチは、追加の境界拡張を伴う前記入力ビデオシーケンスからの前記抽出されたパッチであり、かつ前記入力ビデオシーケンスから抽出されたパッチより大きなサイズであり、前記高解像度置換パッチは、パッチ空間シフティングプロセスでの使用に適合するために前記1つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも大きく、前記パッチジェネレータは、前記拡大パッチの対応する部分と前記低解像度パッチとの間でシフトされるとき、最小ユークリッド距離を有する前記拡大パッチの部分を使用するパッチ空間シフティングプロセスを使用する、前記装置。

## 【請求項 2】

動き誘導ベクトル量子化誤差が、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチの生成中に適用される量子化プロセスによって引き起こされる、請求項1に記載の装置。

## 【請求項 3】

10

20

前記量子化プロセスが、前記入力ビデオシーケンスから抽出された複数のパッチに適用されるクラスタ化プロセスに対応し、前記クラスタ化プロセスが、1つまたは複数の基準に基づく同様の特性を有する前記複数のパッチのうちのパッチを互いにグループ化するためのものであり、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチが、前記複数のパッチのうちの前記パッチから導出される、請求項2に記載の装置。

**【請求項4】**

入力ビデオシーケンスから、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するパッチジェネレータであって、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチは、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に1つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものである、パッチジェネレータを備える装置であって、

10

前記パッチジェネレータは、パッチ空間シフティングプロセスに対応するデータを使用して前記1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成し、前記パッチ空間シフティングプロセスは、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチにおける動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減するためのものであり、前記データは、前記パッチ空間シフティングプロセスにおける使用に適合するために前記1つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも大きなパッチサイズを有するように前記1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成することができるよう、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチのパッチサイズを少なくとも導出するためのものであり、

前記動き誘導ベクトル量子化誤差は、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチの生成中に適用される量子化プロセスによって引き起こされ、

20

前記量子化プロセスは、前記入力ビデオシーケンスから抽出された複数のパッチに適用されるクラスタ化プロセスに対応し、前記クラスタ化プロセスは、1つまたは複数の基準に基づいて同様の特性を有する前記複数のパッチのうちのパッチを互いにグループ化するためのものであり、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチは、前記複数のパッチのうちの前記パッチから導出され、

前記クラスタ化プロセスが、同一のクラスタ内の前記複数のパッチのうちの前記パッチを平均することを含み、前記同一のクラスタ内に含めるために前記複数のパッチのうちの前記パッチを選択することに続いて、前記同一のクラスタ内の前記複数のパッチのうちの前記パッチの平均化の前に、前記平均化に備えて前記複数のパッチのうちの前記パッチ内のオブジェクト縁部を位置合せするために、前記パッチ空間シフティングプロセスが、前記複数のパッチのうちの前記パッチに適用される、前記装置。

30

**【請求項5】**

前記同一のクラスタ内の前記複数のパッチのうちの前記パッチの一部だけが、クラスタ中心からの対応するパッチ距離に基づいて平均される、請求項4に記載の装置。

**【請求項6】**

前記動き誘導ベクトル量子化誤差が、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に実行されるパッチ置換プロセスによって引き起こされる、請求項1に記載の装置。

**【請求項7】**

前記入力ビデオシーケンスから1つまたは複数の小型化ピクチャを生成するダウンサイザと、

40

前記高解像度置換パッチおよび前記1つまたは複数の小型化ピクチャを、結果として得られるビットストリームに符号化する、前記パッチジェネレータおよび前記ダウンサイザと信号通信する1つまたは複数のビデオエンコーダと、  
をさらに備える、請求項1に記載の装置。

**【請求項8】**

前記装置はビデオエンコーダに含まれる、請求項1に記載の装置。

**【請求項9】**

プロセッサを使用して実行される方法であって、

入力ビデオシーケンスから、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するステップであって、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチが、前記入力ビデオシーケンスの再

50

構築中に 1 つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものである、ステップを含み、

前記生成するステップは、前記入力ビデオシーケンスから抽出されたパッチのクラスタ化プロセスに統いて、前記入力ビデオシーケンスからの対応する拡大パッチを平均することによって、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを生成し、前記拡大パッチは、追加の境界拡張を伴う前記入力ビデオシーケンスからの前記抽出されたパッチであり、かつ前記入力ビデオシーケンスから抽出されたパッチより大きなサイズであり、前記高解像度置換パッチは、パッチ空間シフティングプロセスでの使用に適合するために前記 1 つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも大きく、前記生成するステップは、前記拡大パッチの対応する部分と前記低解像度パッチとの間でシフトされるとき、最小ユークリッド距離を有する前記拡大パッチの部分を使用するパッチ空間シフティングプロセスを使用する、前記方法。

#### 【請求項 10】

動き誘導ベクトル量子化誤差は、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチの生成中に適用される量子化プロセスによって引き起こされる、請求項 9 に記載の方法。

#### 【請求項 11】

前記量子化プロセスが、前記入力ビデオシーケンスから抽出された複数のパッチに適用されるクラスタ化プロセスに対応し、前記クラスタ化プロセスが、1 つまたは複数の基準に基づく同様の特性を有する前記複数のパッチのうちのパッチを互いにグループ化するためのものであり、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチが、前記複数のパッチのうちの前記パッチから導出される、請求項 10 に記載の方法。

#### 【請求項 12】

プロセッサを使用して実行される方法であって、

入力ビデオシーケンスから、1 つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するステップであって、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチは、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に 1 つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものである、ステップを含む方法であって、

前記生成するステップは、パッチ空間シフティングプロセスに対応するデータを使用して前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを生成し、前記パッチ空間シフティングプロセスは、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチにおける動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減するためのものであり、前記データは、前記パッチ空間シフティングプロセスにおける使用に適合するために前記 1 つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも大きなパッチサイズを有するように、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを生成することができるよう、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのパッチサイズを少なくとも導出するためのものであり、

前記動き誘導ベクトル量子化誤差は、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチの生成中に適用される量子化プロセスによって引き起こされ、

前記量子化プロセスは、前記入力ビデオシーケンスから抽出された複数のパッチに適用されるクラスタ化プロセスに対応し、前記クラスタ化プロセスは、1 つまたは複数の基準に基づいて同様の特性を有する前記複数のパッチのうちのパッチを互いにグループ化するためのものであり、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチは、前記複数のパッチのうちの前記パッチから導出され、

前記クラスタ化プロセスが、同一のクラスタ内の前記複数のパッチのうちの前記パッチを平均することを含み、前記同一のクラスタ内に含めるために前記複数のパッチのうちの前記パッチを選択することに統いて、前記同一のクラスタ内の前記複数のパッチのうちの前記パッチの平均化の前に、前記平均化に備えて前記複数のパッチのうちの前記パッチ内のオブジェクト縁部を位置合せするために、前記パッチ空間シフティングプロセスが、前記複数のパッチのうちの前記パッチに適用される、前記方法。

#### 【請求項 13】

同一のクラスタ内の前記複数のパッチのうちの前記パッチの一部だけが、クラスタ中心

10

20

30

40

50

からの対応するパッチ距離に基づいて平均される、請求項 1 2 に記載の方法。

**【請求項 1 4】**

前記動き誘導ベクトル量子化誤差が、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に実行されるパッチ置換プロセスによって引き起こされる、請求項 9 に記載の方法。

**【請求項 1 5】**

前記高解像度置換パッチおよび 1 つまたは複数の小型化ピクチャを、結果として得られるビットストリームに符号化するステップをさらに含む、請求項 9 に記載の方法。

**【請求項 1 6】**

前記方法がビデオエンコーダで実行される、請求項 9 に記載の方法。

**【請求項 1 7】**

動き誘導ベクトル量子化誤差を有する 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを受け取り、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを少なくとも空間的にシフトして、前記動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減するパッチシフタであって、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチが、入力ビデオシーケンスに対応し、前記入力ビデオシーケンスから抽出されたパッチのクラスタ化プロセスに 続いて、前記入力ビデオシーケンスからの対応する拡大パッチを平均することによって、入力ビデオシーケンスから導出され、前記拡大パッチは、追加の境界拡張を伴う前記入力ビデオシーケンスからの前記抽出されたパッチであり、かつ前記入力ビデオシーケンスから抽出されたパッチより大きなサイズであり、前記高解像度置換パッチは、1 つまたは複数の低解像度パッチより大きく、ビデオエンコーダのパッチジェネレータは、前記拡大パッチの対応する部分と前記低解像度パッチとの間でシフトされるとき、最小ユークリッド距離を有する前記拡大パッチの部分を使用するパッチ空間シフティングプロセスを使用する、パッチシフタと、

1 つまたは複数の小型化ピクチャの低解像度パッチを前記 1 つまたは複数の空間的にシフトした高解像度置換パッチで置き換えて前記入力ビデオシーケンスを再構築する、前記パッチシフタと信号通信するピクチャ再構築デバイスであって、前記 1 つまたは複数の空間的にシフトした高解像度置換パッチおよび 1 つまたは複数の小型化ピクチャは、前記入力ビデオシーケンスに対応し、前記入力ビデオシーケンスから導出される、前記ピクチャ再構築デバイスと、

を備える、装置。

**【請求項 1 8】**

前記入力ビデオシーケンスが、ビデオ圧縮用のベクトル量子化ベースの圧縮プロセス、例に基づくビデオ超解像度プロセス、ビデオ要約プロセス、およびビデオブルーニングプロセスのうちの少なくとも 1 つで再構築される、請求項 1 7 に記載の装置。

**【請求項 1 9】**

前記高解像度置換パッチが、空間的整合性および時間的整合性を考慮して、それぞれ空間的および時間的にシフトされる、請求項 1 7 に記載の装置。

**【請求項 2 0】**

マルコフ確率場が使用され、再構築後ビデオシーケンス中の時空的平滑化が図られる、請求項 1 7 に記載の装置。

**【請求項 2 1】**

前記マルコフ確率場がコスト関数として実装され、パッチシフト座標がコスト関数の変数として使用され、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのうちの対応するものに関する、対応するシフトが求められる、請求項 2 0 に記載の装置。

**【請求項 2 2】**

空間シフティングがサブピクセルパッチシフティングを含み、前記ジッタの多いアーチファクトをさらに低減する、請求項 1 7 に記載の装置。

**【請求項 2 3】**

前記サブピクセルパッチシフティングが階層型パッチマッチングプロセスで使用され、前記階層型パッチマッチングプロセスでは、ピクセルパッチシフティングプロセスを使用

10

20

30

40

50

して、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのうちの 1 つによって置き換えられるべき低解像度パッチの位置を推定し、次いでサブピクセルパッチシフティングプロセスを実行して、推定を改善し、前記サブピクセルパッチシフティングプロセスでは、前記ピクセルパッチシフティングプロセスよりも狭い範囲を使用する、請求項 2 2 に記載の装置。

**【請求項 2 4】**

ビットストリームから前記高解像度置換パッチおよび前記 1 つまたは複数の小型化ピクチャを復号化する、前記パッチシフタと信号通信するビデオデコーダをさらに備える、請求項 1 7 に記載の装置。

**【請求項 2 5】**

前記装置はビデオデコーダに含まれる、請求項 1 7 に記載の装置。

10

**【請求項 2 6】**

プロセッサを使用して実行される方法であって、

動き誘導ベクトル量子化誤差を有する 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを受け取るステップと、

前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを少なくとも空間的にシフトするステップであって、前記動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減し、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチが、入力ビデオシーケンスに対応し、前記入力ビデオシーケンスから抽出されたパッチのクラスタ化プロセスに続いて、前記入力ビデオシーケンスからの対応する拡大パッチを平均することによって、入力ビデオシーケンスから導出され、前記拡大パッチは、追加の境界拡張を伴う前記入力ビデオシーケンスからの前記抽出されたパッチであり、かつ前記入力ビデオシーケンスから抽出されたパッチより大きなサイズであり、前記高解像度置換パッチは、1 つまたは複数の低解像度パッチより大きく、ビデオエンコーダのパッチジェネレータは、前記拡大パッチの対応する部分と前記低解像度パッチとの間でシフトされるとき、最小ユークリッド距離を有する前記拡大パッチの部分を使用するパッチ空間シフティングプロセスを使用する、ステップと、

1 つまたは複数の小型化ピクチャの低解像度パッチを前記 1 つまたは複数の空間的にシフトした高解像度置換パッチで置き換えて前記入力ビデオシーケンスを再構築するステップであって、前記 1 つまたは複数の空間的にシフトした高解像度置換パッチおよび 1 つまたは複数の小型化ピクチャは、前記入力ビデオシーケンスに対応し、前記入力ビデオシーケンスから導出される、ステップと、

を含む、前記方法。

30

**【請求項 2 7】**

前記入力ビデオシーケンスが、ビデオ圧縮用のベクトル量子化ベースの圧縮プロセス、例に基づくビデオ超解像度プロセス、ビデオ要約プロセス、およびビデオブルーニングプロセスのうちの少なくとも 1 つで再構築される、請求項 2 6 に記載の方法。

**【請求項 2 8】**

前記高解像度置換パッチが、空間的整合性および時間的整合性を考慮して、それぞれ空間的および時間的にシフトされる、請求項 2 6 に記載の方法。

**【請求項 2 9】**

マルコフ確率場が使用され、再構築後ビデオシーケンス中の時空的平滑化が図られる、請求項 2 6 に記載の方法。

40

**【請求項 3 0】**

前記マルコフ確率場がコスト関数として実装され、パッチシフト座標が前記コスト関数の変数として使用され、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのうちの対応するものに関する、対応するシフトが求められる、請求項 2 9 に記載の方法。

**【請求項 3 1】**

空間シフティングがサブピクセルパッチシフティングを含み、前記ジッタの多いアーチファクトをさらに低減する、請求項 2 6 に記載の方法。

**【請求項 3 2】**

50

前記サブピクセルパッチシフティングが階層型パッチマッチングプロセスで使用され、前記階層型パッチマッチングプロセスでは、ピクセルパッチシフティングプロセスを使用して、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチのうちの1つによって置き換えられるべき低解像度パッチの位置を推定し、次いでサブピクセルパッチシフティングプロセスを実行して、推定を改善し、前記サブピクセルパッチシフティングプロセスでは、前記ピクセルパッチシフティングプロセスよりも狭い範囲を使用する、請求項31に記載の方法。

【請求項33】

ビットストリームから前記高解像度置換パッチおよび前記1つまたは複数の小型化ピクチャを復号化するステップをさらに含む、請求項26に記載の方法。

【請求項34】

前記方法がビデオデコーダで実行される、請求項26に記載の方法。

10

【請求項35】

符号化されたビデオ信号データを有する非一時的コンピュータ読み取り可能記憶媒体であって、

入力ビデオシーケンスから生成された1つまたは複数の高解像度置換パッチを含み、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチは、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に1つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものであり、

前記1つまたは複数の高解像度置換パッチが、前記入力ビデオシーケンスから抽出されたパッチのクラスタ化プロセスに続いて、前記入力ビデオシーケンスからの対応する拡大パッチを平均することによって生成され、前記拡大パッチは、追加の境界拡張を伴う前記入力ビデオシーケンスからの前記抽出されたパッチであり、かつ前記入力ビデオシーケンスから抽出されたパッチより大きなサイズであり、前記高解像度置換パッチは、パッチ空間シフティングプロセスでの使用に適合するために前記1つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも大きく、パッチジェネレータは、前記拡大パッチの対応する部分と前記低解像度のパッチとの間でシフトされるとき、最小ユークリッド距離を有する前記拡大パッチの部分を使用するパッチ空間シフティングプロセスを使用する、前記非一時的コンピュータ読み取り可能記憶媒体。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

関連出願の相互参照

本願は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる2010年2月2日出願の米国特許仮出願第61/300551号明細書の利益を主張する。

【0002】

本原理は、一般にはベクトル量子化に関し、より詳細には、パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する方法および装置に関する。

【背景技術】

【0003】

本発明者等は以前に、ビデオデータプルーニングのための事例に基づく超解像度化方法および装置 (example-based super resolution method and apparatus for video data pruning) (以後、「事例に基づく超解像度化方法」と呼ぶ)を開発した。事例に基づく超解像度化は、入力ピクチャ内の低解像度パッチを照会キーワードとして使用してパッチライブラリ内の高解像度パッチを見つけ、低解像度入力ピクチャ内の低解像度パッチを、取り出した高解像度パッチで置き換えることによって低解像度ピクチャを高解像度ピクチャに変換する超解像度技法である。

40

【0004】

さらに詳細には、この事例に基づく超解像度化方法では、エンコーダ側の高解像度ビデオフレームをイメージパッチまたはブロックに分割する(例えば、事例に基づく超解像度化方法の一実装では、16×16ピクセルブロックを使用する)。次いで、イメージパッ

50

チをいくつかのクラスタにグループ化する。クラスタの代表的パッチを小型化フレームと共にデコーダ側に送る。デコーダ側では、代表的パッチを抽出する。低解像度ビデオ内のパッチを高解像度の代表的パッチで置き換え、回復後高解像度ビデオを生成する。

#### 【0005】

図1を参照すると、事例に基づく超解像度化システム／方法のハイレベルブロック図が、全般的に参考符号100で示されている。ステップ110で、高解像度(HR)フレームが入力され、小型化フレームおよびパッチフレームを得るために(エンコーダ側プリプロセッサ151によって)エンコーダ側前処理を施す。ステップ115で、(エンコーダ152によって)小型化フレームおよびパッチフレームを符号化する。ステップ120で、(デコーダ153によって)符号化小型化フレームおよびパッチフレームを復号化する。ステップ125で、高解像度出力フレームを供給するために(超解像度ポストプロセッサ154によって)低小型化フレームおよびパッチフレームに超解像度後処理を施す。  
10

#### 【0006】

図2を参照すると、図1の事例に基づく超解像度化システム／方法に対応するエンコーダ側前処理のハイレベルブロック図が、全般的に参考符号200で示されている。ステップ210で、(パッチ抽出およびクラスタ化部(c1usterer)251によって)入力ビデオにパッチ抽出およびクラスタ化を施す。さらに、ステップ215で、(ダウンサイザ252によって)入力ビデオに小型化も施し、ダウンサイザ252から小型化フレームを出力する。ステップ220で、(パッチパッカ252によって)クラスタ化パッチをパッチフレームにパックし、パッチパッカ252から(パック済み)パッチフレームを出力する。  
20

#### 【0007】

図3を参照すると、図1の事例に基づく超解像度化システム／方法に対応するデコーダ側後処理のハイレベルブロック図が、全般的に参考符号300で示されている。ステップ310で、(パッチ抽出およびクラスタ化部351によって)符号化パッチフレームにパッチ抽出および処理を施し、処理済みパッチを得る。ステップ315で、(パッチライブラリ352によって)処理済みパッチを格納する。ステップ320で、(アップサイザ353によって)復号化小型化フレームに大型化を施し、大型化フレームを得る。ステップ325で、(パッチ探索および置換部354によって)大型化フレームにパッチ探索および置換を施し、置換パッチを得る。ステップ330で、(ポストプロセッサ355によって)置換パッチに後処理を施し、高解像度フレームを得る。  
30

#### 【0008】

図1～3に関する事例に基づく超解像度化システム／方法の主要な構成要素は、パッチクラスタ化およびパッチ置換である。このプロセスは、ベクトル量子化ベースの圧縮といくつかの共通点を有する。システムが静的シーンを有するビデオに適用されるとき、ビデオを非常に良好に回復することができる。しかし、入力ビデオが動きを有する場合、回復後ビデオにジッタリングアーチファクトが観測される可能性がある。アーチファクトは、パッチクラスタ化およびパッチ置換プロセスによって引き起こされる。図4を参照すると、動きによって引き起こされる量子化誤差が、全般的に参考符号400で示されている。量子化誤差は、6つのフレーム(フレーム1からフレーム6と呼ぶ)で取り込まれる(動いている)オブジェクトである。(動いている)オブジェクトが図4で曲線で示されている。量子化誤差400が、図4の上側部分、中央部分、および下側部分に関して示されている。上側部分では、入力ビデオシーケンスの連続するフレームからの共に位置する入力パッチ410が示されている。中央部分では、クラスタに対応する代表的パッチ420が示されている。具体的には、中央部分は、クラスタ1の代表的パッチ421、およびクラスタ2の代表的パッチ422を示す。下側部分では、回復後ビデオシーケンス中のパッチ430が示されている。ビデオシーケンス中のオブジェクトの動きにより、オブジェクトの縁部がシフトするパッチのシーケンスが得られる。連続するフレームのシーケンス中のパッチは非常に類似して見えるので、1つのクラスタ(または何らかの他の少ない数のクラスタ)にグループ化され、単一の代表的パッチ(または何らかの他の少ない数の代表的  
40

パッチ)として表される。クラスタ数は、処理すべきビデオシーケンス中の連続するフレーム数よりも明らかに少ないはずなので、先行する文では「少ない」という用語を使用する。回復プロセスの間に、対応する低解像度パッチが、クラスタに関連する代表的パッチで置き換えられる。異なる空間シフトを有するパッチが同一のパッチで置き換えられるので、回復後ビデオ中のオブジェクトの縁部がフレームにわたってジャンプし、その結果、ジッタリングアーチファクトが生じる。

#### 【0009】

本発明者等の上述の事例に基づく超解像度化方法および装置に加えて、他の事例に基づく超解像度化手法も存在することに留意されたい。したがって、他の事例に基づく超解像度化手法に関して、パッチ置換プロセスのアーチファクト問題に対処されていないことに留意されたい。1つの理由は、最初の従来技術の手法による、事例に基づく超解像度化アルゴリズムが、ビデオ用ではなくイメージ用に開発されたことである可能性がある。さらに、上述の最初の従来技術の手法によるシステムならびに類似のシステムは、圧縮のためにではなく、超解像度のために開発されたので、クラスタ化構成要素を有さず、したがって、そのシステムのアーチファクト問題は、図1~3に関して上記で説明したビデオデータプルーニングのための事例に基づく超解像度化方法ほどには深刻ではないことがある。

10

#### 【0010】

要約すると、データプルーニングのための事例に基づく超解像度化は、高解像度(本明細書では「high-res」とも呼ぶ)イグザンブルパッチおよび低解像度(本明細書では「low-res」とも呼ぶ)フレームをデコーダに送る。デコーダは、低解像度パッチをイグザンブル高解像度パッチで置き換えることによって高解像度フレームを回復する(図3参照)。しかし、動きのあるビデオでは、しばしば、パッチ置換プロセスの結果、ベクトル量子化(VQ)誤差によるジッタリングアーチファクトが生じる。

20

#### 【発明の概要】

#### 【0011】

従来技術のこれらおよび他の欠点および不利が、パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する方法および装置を対象とする本原理によって対処される。

#### 【0012】

本原理の一態様によれば、装置が提供される。この装置は、入力ビデオシーケンスから、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するパッチジェネレータを含む。1つまたは複数の高解像度置換パッチは、入力ビデオシーケンスの再構築中に1つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものである。パッチジェネレータは、パッチ空間シフティングプロセスに対応するデータを使用して、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成する。パッチ空間シフティングプロセスは、1つまたは複数の高解像度置換パッチ内の動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクト(jittery artifact)を低減するためのものである。データは、パッチ空間シフティングプロセスでの使用に適するようにするために1つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも大きいパッチサイズを有するような1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するように、1つまたは複数の高解像度置換パッチのパッチサイズを少なくとも導出するためのものである。

30

#### 【0013】

本原理の別の態様によれば、プロセッサを使用して実行される方法が提供される。この方法は、入力ビデオシーケンスから、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成することを含む。1つまたは複数の高解像度置換パッチは、入力ビデオシーケンスの再構築中に1つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものである。生成するステップは、パッチ空間シフティングプロセスに対応するデータを使用して、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成する。パッチ空間シフティングプロセスは、1つまたは複数の高解像度置換パッチ内の動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減するためのものである。データは、パッチ空間シフティングプロセスでの使用に適するようにするために1つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも

40

50

大きいパッチサイズを有するような 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するよう に、 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのパッチサイズを少なくとも導出するためのものである。

#### 【 0 0 1 4 】

本原理のさらに別の態様によれば、装置が提供される。この装置は、動き誘導ベクトル量子化誤差を有する 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを受け取り、1 つまたは複数の高解像度置換パッチを少なくとも空間的にシフトして、動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減するパッチシフタを含む。1 つまたは複数の高解像度置換パッチは、入力ビデオシーケンスに対応し、入力ビデオシーケンスから導出される。装置は、入力ビデオシーケンスに対応し、入力ビデオシーケンスから導出された 1 つまたは複数の空間的にシフトした高解像度置換パッチおよび 1 つまたは複数の小型化ピクチャを使用して入力ビデオシーケンスを再構築する、パッチシフタと信号通信するピクチャ再構築デバイスをさらに含む。10

#### 【 0 0 1 5 】

本原理のさらに別の態様によれば、プロセッサを使用して実行される方法が提供される。この方法は、動き誘導ベクトル量子化誤差を有する 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを受け取ることを含む。この方法は、1 つまたは複数の高解像度置換パッチを少なくとも空間的にシフトして、動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減することをさらに含む。1 つまたは複数の高解像度置換パッチは、入力ビデオシーケンスに対応し、入力ビデオシーケンスから導出される。この方法はまた、入力ビデオシーケンスに対応し、入力ビデオシーケンスから導出された 1 つまたは複数の空間的にシフトした高解像度置換パッチおよび 1 つまたは複数の小型化ピクチャを使用して入力ビデオシーケンスを再構築することをも含む。20

#### 【 0 0 1 6 】

添付の図面と共に読むべきである例示的実施形態の以下の詳細な説明から、本原理のこれらおよび他の態様、特徴、および利点が明らかとなるであろう。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 1 7 】

以下の例示的な図に従って本原理をより良く理解することができる。

#### 【 0 0 1 8 】

【 図 1 】従来技術による、事例に基づく超解像度化システム / 方法を示すハイレベルブロック図である。

【 図 2 】従来技術による、図 1 の事例に基づく超解像度化システム / 方法に対応するエンコーダ側前処理を示すハイレベルブロック図である。

【 図 3 】従来技術による、図 1 の事例に基づく超解像度化システム / 方法に対応するデコーダ側後処理を示すハイレベルブロック図である。

【 図 4 】本原理を適用することのできる、動きによって引き起こされる量子化誤差を示す図である。

【 図 5 】本原理の一実施形態による、パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する例示的システムを示すブロック図である。40

【 図 6 】本原理の一実施形態による、本原理を適用することのできる例示的ビデオエンコーダを示すブロック図である。

【 図 7 】本原理の一実施形態による、本原理を適用することのできる例示的ビデオデコーダを示すブロック図である。

【 図 8 】本原理の一実施形態による、拡大パッチを示すブロック図である。

【 図 9 】本原理の一実施形態による、本原理を適用することのできる前方動きベクトルを示す図である。

【 図 1 0 】本原理の一実施形態による、本原理を適用することのできる後方動きベクトルを示す図である。

【 図 1 1 】本原理の一実施形態による、パッチングシフティングのための例示的方法を示す図である。50

す流れ図である。

【図12】本原理の一実施形態による、改良型代表的パッチを生成する例示的方法を示す流れ図である。

【図13】本原理の一実施形態による、パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する例示的方法を示す流れ図である。

【図14】本原理の一実施形態による、パッチライブラリを生成する例示的方法を示す流れ図である。

【図15】本原理の一実施形態による、パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する別の例示的方法を示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0019】

本原理は、パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する方法および装置を対象とする。

【0020】

本説明は本原理を例示する。したがって、本明細書には明示的には説明または図示していないが、本原理を具体化し、本原理の趣旨および範囲内に含まれる様々な構成を当業者は考案できることを理解されよう。

【0021】

本明細書に記載のすべての例および条件的言語は、当技術分野を促進することに対して本発明者（等）が寄与する本原理および概念を読者が理解するのを助ける、教育的な目的のためのものであり、そのような具体的に記載した例および条件に限定されないと解釈されるべきである。

20

【0022】

さらに、本原理の原理、態様、および実施形態、ならびにその特定の例を説明する本明細書のすべての陳述は、その構造的等価物と機能的等価物の両方を包含するものとする。さらに、そのような等価物は、現在知られている等価物、ならびに将来開発される等価物の両方、すなわち構造の如何に関わらず同一の機能を実行する、開発される任意の要素を含むものとする。

【0023】

したがって、例えば、本明細書で提示するブロック図が本原理を具体化する例示的回路の概念図を表すことを当業者は理解されよう。同様に、コンピュータまたはプロセッサが明示的に示されているか否かに関わらず、任意のフローチャート、流れ図、状態遷移図、疑似コードなどが、実質上コンピュータ可読媒体で表すことができ、次いでそのようなコンピュータまたはプロセッサによって実行することのできる様々なプロセスを表すことを理解されよう。

30

【0024】

図に示す様々な要素の機能は、専用ハードウェア、ならびに適切なソフトウェアに関連してソフトウェアを実行することのできるハードウェアを使用することによって実現することができる。プロセッサで実現されるとき、単一の専用プロセッサ、単一の共有プロセッサ、または一部が共有されることのある複数の個々のプロセッサによって機能を実現することができる。さらに、「プロセッサ」または「コントローラ」という用語の明示的な使用が、ソフトウェアを実行することのできるハードウェアをもっぱら指すと解釈すべきではなく、限定はしないが、暗黙的に、デジタル信号プロセッサ（「DSP」）ハードウェア、ソフトウェアを格納する読み取り専用メモリ（「ROM」）、ランダムアクセスメモリ（「RAM」）、および不揮発性ストレージを含むことができる。

40

【0025】

従来型および／またはカスタムの他のハードウェアも含めることができる。同様に、図に示す任意のスイッチは概念的なものに過ぎない。その機能は、プログラムロジックの動作、専用ロジック、プログラム制御と専用ロジックの対話、さらには手動によって実行することができ、文脈からより具体的に理解できるように、実装者によって特定の技法が選

50

択可能である。

【0026】

本明細書の特許請求の範囲では、指定の機能を実行する手段として表される任意の要素は、例えば、a)その機能を実行する回路要素の組合せ、b)ソフトウェアを実行して機能を実行するための適切な回路と組み合わされる、任意の形態のソフトウェア、したがってファームウェア、マイクロコードなどを含むソフトウェアを含む、その機能を実行する任意の方式を包含するものとする。そのような特許請求の範囲によって定義される本原理は、様々な記載の手段によって提供される機能が、特許請求の範囲が求める方式で組み合わされ、互いに一緒にされることにある。したがって、そのような機能を提供することのできる任意の手段が、本明細書で示すものと同等であるとみなされる。

10

【0027】

本明細書での、本原理の「一実施形態」ならびに本原理の他の変形形態に対する参照は、実施形態と共に説明する特定の機能、構造、特徴などが本原理の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書全体にわたって様々な場所で出現する「一実施形態では」という語句、ならびに任意の他の変形の出現は、必ずしもすべて同一の実施形態を指すわけではない。

【0028】

「/」、「および/または」、および「の少なくとも1つ」、例えば、「A/B」の場合、「Aおよび/またはB」、「AおよびBのうちの少なくとも1つ」は、最初に列挙したオプション(A)のみの選択、または2番目に列挙したオプション(B)のみの選択、または両方のオプション(AおよびB)の選択を包含するものとすることを理解されたい。別の例として、「A、B、および/またはC」ならびに「A、B、およびCのうちの少なくとも1つ」の場合、そのような言い回しは、最初に列挙したオプション(A)のみの選択、または2番目に列挙したオプション(B)のみの選択、または3番目に列挙したオプション(C)のみの選択、または1番目と2番目に列挙したオプション(AおよびB)のみの選択、または1番目と3番目に列挙したオプション(AおよびC)のみの選択、または2番目と3番目に列挙したオプション(BおよびC)のみの選択、または3つのすべてのオプション(AおよびBおよびC)の選択を包含するものとする。当業者は直ちに理解するように、列挙される項目と同数だけこのことを拡張することができる。

20

【0029】

さらに、本明細書では、「ピクチャ」および「イメージ」という語が交換可能に使用され、一般には、静止イメージまたはビデオシーケンスからのピクチャを指す。しかし、事例に基づく超解像度化に対する従来の手法は、イメージを対象とし、ビデオシーケンスからのピクチャを対象としないことに留意されたい。周知の通り、ピクチャはフレームまたはフィールドでよい。

30

【0030】

図5を参照すると、パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する例示的システムが、全般的に参照符号500で示されている。システム500は、パッチパッカ510の入力との信号通信における出力を有するパッチジェネレータを含む。パッチパッカ510の出力は、エンコーダ515の入力と信号通信で接続される。エンコーダの出力は、デコーダ530の入力と信号通信で接続される。デコーダ530の出力は、パッチエキストラクタ535の入力と信号通信で接続される。パッチエキストラクタ535の出力は、パッチライブラリ550の第1の入力と信号通信で接続される。

40

【0031】

ダウンサイザ520の出力は、エンコーダ525の入力と信号通信で接続される。エンコーダ525の出力は、デコーダ540の入力と信号通信で接続される。デコーダ540の出力は、アップサイザ545の入力と信号通信で接続される。アップサイザ545の出力は、パッチサーチャ555の入力と信号通信で接続される。パッチサーチャ555の第1の出力は、パッチシフタ560の入力と信号通信で接続される。パッチサーチャ444の第2の出力は、パッチライブラリ550の第2の入力と信号通信で接続される。

50

**【 0 0 3 2 】**

パッチジェネレータ 505 の入力およびダウンサイザ 520 の入力は、入力ピクチャを受け取る、システム 500 に対する入力として利用可能である。パッチシフタ 560 の出力は、高解像度ピクチャを出力する、システム 500 の出力として利用可能である。

**【 0 0 3 3 】**

エンコーダ 515、525 からデコーダ 530、540 に情報を通信する必要に応じて、エンコーダ 515 とデコーダ 530 との間の接続、ならびにエンコーダ 525 とデコーダ 540 との間の接続は一時的なものであることを理解されたい。

**【 0 0 3 4 】**

さらに、パッチジェネレータ 505、パッチパッカ 510、エンコーダ 515、ダウンサイザ 520、およびエンコーダ 525 がエンコーダ側に属し、デコーダ 530、パッチエキストラクタ 535、パッチライブラリ 550、デコーダ 540、アップサイザ 545、パッチサーチャ 555、およびパッチシフタ 560 がデコーダ側に属することを理解されたい。10

**【 0 0 3 5 】**

さらに、一実施形態で、パッチシフタ 560 が、動き誘導ベクトル量子化誤差を有する 1つまたは複数の高解像度置換パッチを受け取り、1つまたは複数の高解像度置換パッチを少なくとも空間的にシフトして、動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減する場合、パッチシフタがピクチャ再構築デバイスを含むとみなせることを理解されたい。20 1つまたは複数の高解像度置換パッチは、入力ビデオシーケンスに対応し、入力ビデオシーケンスから導出される。一実施形態でパッチシフタ内に含まれると仮定されるピクチャ再構築デバイスは、入力ビデオシーケンスに対応し、入力ビデオシーケンスから導出された1つまたは複数の空間的にシフトした高解像度置換パッチおよび1つまたは複数の小型化ピクチャを使用して入力ビデオシーケンスを再構築する。

**【 0 0 3 6 】**

パッチジェネレータ 505 は、抽出したパッチをクラスタ化し、代表的パッチを生成する。パッチパッカ 510 は、代表的パッチをパッチフレームにパックする。ビデオエンコーダ 515 および 525 は、それぞれ(パッチパッカ 510 によって供給される)パッチフレームおよび(ダウンサイザ 520 によって供給される)小型化フレームを符号化する。30 ダウンサイザ 520 は、デコーダ側に送信するために元のピクチャをより小型のサイズに小型化する。ビデオデコーダ 530 および 540 は、それぞれ(符号化)パッチフレームおよび(符号化)小型化フレームを復号化する。パッチエキストラクタ 535 は、パッチフレームからパッチを抽出する。アップサイザ 545 は、復号化小型化ピクチャをアップスケールする。パッチサーチャ 555 は、パッチライブラリ内のパッチを探索し、ピクチャ内のロックを見つかったパッチで置き換える。パッチシフタ 560 は、パッチをシフトしてベクトル量子化誤差を補正する。

**【 0 0 3 7 】**

図 6 を参照すると、本原理を適用することのできる例示的ビデオエンコーダが、全般的に参照符号 600 で示されている。ビデオエンコーダ 600 は、コンバイナ 685 の非反転入力と信号通信する出力を有するフレーム順序付けバッファ 610 を含む。コンバイナ 685 の出力は、変換器および量子化器 625 の第 1 の入力と信号通信で接続される。変換器および量子化器 625 の出力は、エントロピーコーダ 645 の第 1 の入力、ならびに逆変換器および逆量子化器 650 の第 1 の入力と信号通信で接続される。エントロピーコーダ 645 の出力は、コンバイナ 690 の第 1 の非反転入力と信号通信で接続される。コンバイナ 690 の出力は、出力バッファ 635 の第 1 の入力と信号通信で接続される。40

**【 0 0 3 8 】**

エンコーダコントローラ 605 の第 1 の出力は、フレーム順序付けバッファ 610 の第 2 の入力、逆変換器および逆量子化器 650 の第 2 の入力、ピクチャタイプ判定モジュール 615 の入力、マクロブロックタイプ(MB タイプ)判定モジュール 620 の第 1 の入50

力、イントラ予測モジュール 660 の第 2 の入力、デブロッキングフィルタ 665 の第 2 の入力、動き補償器 670 の第 1 の入力、動き推定器 675 の第 1 の入力、および基準ピクチャバッファ 680 の第 2 の入力と信号通信で接続される。

**【0039】**

エンコーダコントローラ 605 の第 2 の出力は、補助拡張情報 (S E I) インサーチ 630 の第 1 の入力、変換器および量子化器 625 の第 2 の入力、エントロピーコーダ 645 の第 2 の入力、出力バッファ 635 の第 2 の入力、ならびにシーケンスパラメータセット (S P S) およびピクチャパラメータセット (P P S) インサーチ 640 の入力と信号通信で接続される。

**【0040】**

S E I インサーチ 630 の出力は、コンバイナ 690 の第 2 の非反転入力と信号通信で接続される。

**【0041】**

ピクチャタイプ判定モジュール 615 の第 1 の出力は、フレーム順序付けバッファ 610 の第 3 の入力と信号通信で接続される。ピクチャタイプ判定モジュール 615 の第 2 の出力は、マクロブロックタイプ判定モジュール 620 の第 2 の入力と信号通信で接続される。

**【0042】**

シーケンスパラメータセット (S P S) およびピクチャパラメータセット (P P S) インサーチ 640 の出力は、コンバイナ 690 の第 3 の非反転入力と信号通信で接続される。  
。

**【0043】**

逆量子化器および逆変換器 650 の出力は、コンバイナ 619 の第 1 の非反転入力と信号通信で接続される。コンバイナ 619 の出力は、イントラ予測モジュール 660 の第 1 の入力およびデブロッキングフィルタ 665 の第 1 の入力と信号通信で接続される。デブロッキングフィルタ 665 の出力は、基準ピクチャバッファ 680 の第 1 の入力と信号通信で接続される。基準ピクチャバッファ 680 の出力は、動き推定器 675 の第 2 の入力および動き補償器 670 の第 3 の入力と信号通信で接続される。動き推定器 675 の第 1 の出力は、動き補償器 670 の第 2 の入力と信号通信で接続される。動き推定器 675 の第 2 の出力は、エントロピーコーダ 645 の第 3 の入力と信号通信で接続される。

**【0044】**

動き補償器 670 の出力は、スイッチ 697 の第 1 の入力と信号通信で接続される。イントラ予測モジュール 660 の出力は、スイッチ 697 の第 2 の入力と信号通信で接続される。マクロブロックタイプ判定モジュール 620 の出力は、スイッチ 697 の第 3 の入力と信号通信で接続される。スイッチ 697 の第 3 の入力は、(制御入力、すなわち第 3 の入力と比較して)スイッチの「データ」入力を動き補償器 670 で供給すべきか、それともイントラ予測モジュール 660 で供給すべきかを決定する。スイッチ 697 の出力は、コンバイナ 619 の第 2 の非反転入力およびコンバイナ 685 の反転入力と信号通信で接続される。

**【0045】**

フレーム順序付けバッファ 610 の第 1 の入力およびエンコーダコントローラ 605 の入力は、入力ピクチャを受け取る、エンコーダ 600 の入力として利用可能である。さらに、補助拡張情報 (S E I) インサーチ 630 の第 2 の入力は、メタデータを受け取る、エンコーダ 600 の入力として利用可能である。出力バッファ 635 の出力は、ビットストリームを出力する、エンコーダ 100 の出力として利用可能である。

**【0046】**

図 5 のエンコーダ 515 および 525 のうちの 1 つまたは複数をエンコーダ 600 として実装できることを理解されたい。

**【0047】**

図 7 を参照すると、本原理を適用することのできる例示的ビデオデコーダが、全般的に

10

20

30

40

50

参照符号 700 で示されている。ビデオデコーダ 700 は、エントロピーデコーダ 745 の第 1 の入力と信号通信で接続される出力を有する入力バッファ 710 を含む。エントロピーデコーダ 745 の第 1 の出力は、逆変換器および逆量子化器 750 の第 1 の入力と信号通信で接続される。逆変換器および逆量子化器 750 の出力は、コンバイナ 725 の第 2 の非反転入力と信号通信で接続される。コンバイナ 725 の出力は、デブロッキングフィルタ 765 の第 2 の入力およびイントラ予測モジュール 760 の第 1 の入力と信号通信で接続される。デブロッキングフィルタ 765 の第 2 の出力は、基準ピクチャバッファ 780 の第 1 の入力と信号通信で接続される。基準ピクチャバッファ 780 の出力は、動き補償器 770 の第 2 の入力と信号通信で接続される。

## 【0048】

10

エントロピーデコーダ 745 の第 2 の出力は、動き補償器 770 の第 3 の入力、デブロッキングフィルタ 765 の第 1 の入力、およびイントラ予測器 760 の第 3 の入力と信号通信で接続される。エントロピーデコーダ 745 の第 3 の出力は、デコーダコントローラ 705 の入力と信号通信で接続される。デコーダコントローラ 705 の第 1 の出力は、エントロピーデコーダ 745 の第 2 の入力と信号通信で接続される。デコーダコントローラ 705 の第 2 の出力は、逆変換器および逆量子化器 750 の第 2 の入力と信号通信で接続される。デコーダコントローラ 705 の第 3 の出力は、デブロッキングフィルタ 765 の第 3 の入力と信号通信で接続される。デコーダコントローラ 705 の第 4 の出力は、イントラ予測モジュール 760 の第 2 の入力、動き補償器 770 の第 1 の入力、および基準ピクチャバッファ 780 の第 2 の入力と信号通信で接続される。

20

## 【0049】

動き補償器 770 の出力は、スイッチ 797 の第 1 の入力と信号通信で接続される。イントラ予測モジュール 760 の出力は、スイッチ 797 の第 2 の入力と信号通信で接続される。スイッチ 797 の出力は、コンバイナ 725 の第 1 の非反転入力と信号通信で接続される。

## 【0050】

入力バッファ 710 の入力は、入力ビットストリームを受け取る、デコーダ 700 の入力として利用可能である。デブロッキングフィルタ 765 の第 1 の出力は、出力ピクチャを出力する、デコーダ 700 の出力として利用可能である。

30

## 【0051】

図 5 のデコーダ 530 および 540 のうちの 1 つまたは複数をデコーダ 700 として実装できることを理解されたい。

## 【0052】

上述のように、本原理は、パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する方法および装置を対象とする。さらに詳細には、少なくとも 1 つの実施形態では、置換高解像度パッチをシフトし、回復後高解像度ビデオの時空的平滑化を図ることにより、ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタリングアーチファクトを低減する。

## 【0053】

( 例えは、図 1 ~ 3 に関して上記で説明した ) 本発明者等の超解像度ベースのデータブルーニングフレームワークに関する方法を開発したが、アルゴリズムは、ベクトル量子化、およびパッチ置換に関わるすべてのシステムに対して適用可能である。例えば、上述の第 1 の従来技術の手法 ( および類似の手法 ) での例に基づくイメージ超解像度、ならびにビデオ要約 ( video epitome ) および従来型ベクトル量子化ベースのイメージ / ビデオ圧縮システムに本原理を適用することができる。要約ベースの手法は、イメージ ( またはビデオ ) をパッチに分割し、イメージを、代表的パッチを含む小型ミニチュア、およびイメージ内のパッチを要約ミニチュア内のパッチにマッピングする主観的マップとして表す。小型ミニチュア ( すなわち、要約 ) は、元のイメージまたはビデオの圧縮バージョンとみなすことができ、したがって、潜在的には要約を圧縮目的で使用することができる。

40

## 【0054】

50

一般性のために、以下の2つの構成要素を含む抽象システムに焦点を当てる。(1)イグザンブル(または代表的)パッチ生成、および(2)パッチ置換。異なる応用例では、そのようなパラダイムは変形形態を有することがある。例えば、上述の第1の従来技術の手法では、イグザンブルパッチ生成は、クラスタ化することなくイメージデータベースからパッチを収集することによって実現される。本発明者等の事例に基づく超解像度化方法では(他の何らかのベクトル量子化ベースの圧縮方式も同様)、イグザンブル(または代表的)パッチが、入力ビデオ/イメージから抽出されるパッチをクラスタ化することによって生成される。

#### 【0055】

図13を参照すると、パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する例示的方法が、全般的に参考符号1300で示されている。方法1300は、図5に示すエンコーダ側で実行される機能に対応する。方法1300は開始ブロック1305を含み、開始ブロック1305は、機能ブロック1310および機能ブロック1330に制御を渡す。機能ブロック1310は高解像度パッチを抽出し、機能ブロック1315に制御を渡す。機能ブロック1315は高解像度パッチをクラスタ化し、各クラスタについて代表的高解像度パッチを得て、機能ブロック1320に制御を渡す。機能ブロック1320は、代表的高解像度パッチを高解像度フレームにパックし、機能ブロック1325に制御を渡す。機能ブロック1325は、高解像度パッチフレームおよびパッチサイズ導出データを符号化し、終了ブロック1399に制御を渡す。機能ブロック1330は元のピクチャを小型化して小型化ピクチャを得て、機能ブロック1335に制御を渡す。機能ブロック1335は小型化ピクチャを符号化し、終了ブロック1399に制御を渡す。

#### 【0056】

図14を参照すると、パッチライブラリを生成する例示的方法が、全般的に参考符号1400で示されている。方法1400は開始ブロック1405を含み、開始ブロック1405は機能ブロック1410に制御を渡す。機能ブロック1410は、高解像度パッチフレームを受け取って復号化し、機能ブロック1415に制御を渡す。機能ブロック1415は、パッチフレームから高解像度パッチを抽出し、機能ブロック1420に制御を渡す。機能ブロック1420は、抽出した高解像度パッチを使用してパッチライブラリを作成し、終了ブロック1499に制御を渡す。

#### 【0057】

図15を参照すると、パッチシフティングを通じてベクトル量子化誤差を低減する別の例示的方法が、全般的に参考符号1500で示されている。方法1500は、図5に示すデコーダ側上で実行される機能に対応する。方法1500は開始ブロック1505を含み、開始ブロック1505は機能ブロック1510に制御を渡す。機能ブロック1510は小型化ピクチャを大型化し、機能ブロック1515に制御を渡す。機能ブロック1515は、低解像度パッチを高解像度パッチで置き換え、機能ブロック1520に制御を渡す。機能ブロック1520は、高解像度パッチを空間的にシフトし、最良のパッチ位置を得て、機能ブロック1525に制御を渡す。機能ブロック1525は、空間的にシフトした高解像度パッチを使用して入力ビデオシーケンスを再構築し、終了ブロック1599に制御を渡す。

#### 【0058】

アーチファクトを低減するパッチシフティング

イグザンブルパッチ生成構成要素がクラスタ化プロセスを含む場合、クラスタ化プロセスの結果、ベクトル量子化誤差が生じる。異なるタイプの量子化誤差が存在することがある。1つのタイプの量子化誤差は、図4に示すように、動きによって引き起こされる。

#### 【0059】

本原理に従って、回復プロセス中にイグザンブル(代表的)パッチをシフトすることにより、動きの結果として生じる量子化誤差を解決する。

#### 【0060】

パッチシフティング

10

20

30

40

50

事例に基づく超解像度化のケースでは、回復後イメージまたはビデオフレーム内にホールを生み出すことなく高解像度パッチをシフトするために、クラスタ化中に生成されたイグザンブルパッチは、置換用の低解像度フレーム内のパッチよりも大きくなければならない。例えば、フレーム内の低解像度パッチのサイズが $N \times N$ ピクセルである場合、代表的パッチのサイズは、 $M > N$ として $M \times M$ でなければならない。したがって、1次元での最大パッチシフトは $M - N$ である。図8を参照すると、拡大パッチが、全般的に参照符号800で示されている。置換用のフレーム内の低解像度パッチ810も示されている。図からわかるように、拡大パッチ800は、他の「フレーム領域」内に延びる。

#### 【0061】

本発明者等の現在の事例に基づく超解像度化システムでは、 $N \times N$ ピクセルサイズを有する1組のパッチに対してクラスタ化プロセスを実行する。しかし、クラスタ化プロセスを行った後、 $M \times M$ ピクセルサイズを有する、対応する拡大パッチを平均することによって代表的パッチを生成する。拡大パッチは、追加の境界拡張（各次元で $M - N$ ピクセル）を伴うクラスタ化のために使用されるパッチである。境界のパッチについて、フレームの外側のエリアに追加のピクセルを補充することによって拡大パッチを作成する。例えば、ブラックピクセルを補充する、境界のピクセルを複製するなどの、異なる補充の方策を使用することができる。

10

#### 【0062】

デコーダ側では、パッチ置換およびシフティングプロセスの前に、パッチマッチングのための通常の代表的パッチ（ $N \times N$ ピクセルブロック）をクロッピングによって拡大パッチから作成する。フレーム回復プロセスの間、低解像度イメージ内の所与のパッチ位置の低解像度パッチを、ライブラリ内の通常の代表的パッチ（ $N \times N$ ピクセルブロック）とマッチングする。最小の距離を有するライブラリ内のパッチを候補として選択する。次いで、（例えば、図8の）拡大イグザンブルパッチを使用するパッチシフティングプロセスを適用し、拡大イグザンブルパッチの露出部分（すなわち、低解像度パッチを置き換える部分）と、置換用の低解像度パッチ（図3）との間の最小距離が得られるシフト座標を見つける。このことは本質的に、パッチ発見およびパッチシフティングを含む2段階プロセスである。これらのステップを、パッチマッチングステップごとにパッチシフティングも適用するように組み合わせることができ、その結果、最良のパッチ候補および最良のパッチシフト座標を同時に得ることができる。しかし、そのような共同プロセスは、計算コストがはるかに高い。

20

#### 【0063】

ベクトル量子化圧縮応用例では、パッチを位置合せするために使用することのできる低解像度イメージおよび低解像度パッチはない。しかし、本明細書の後で説明する時空的平滑化を図ることにより、パッチシフティングをやはり達成することができる。

30

#### 【0064】

##### 時空的平滑化

上記では、空間的および時間的制約を考慮することなく、単純なマッチングプロセスによってパッチシフティングが実現される。その結果、時空的整合性が実施されないので、回復後にアーチファクトが依然として見えることがある。

40

#### 【0065】

本発明等の現在のシステムでは、その変数が拡大パッチのシフト座標であるコスト関数を最小限に抑えることによって時空的制約が実施される。具体的には、 $i$ 番目の拡大パッチ $P_i$ について、シフト座標は $S_i = (x_i, y_i)$ である。ただし $x_i$ はピクセル単位で測定した水平シフトであり、 $y_i$ は垂直シフトである。空間的制約のみを考慮する場合、コスト関数を以下のように構築することができる。

#### 【0066】

【数1】

$$Cost(S_1, S_2, \dots, S_N) = \sum_i C1(S_i) + \lambda \sum_i C2(S_i) \quad (2)$$

【0067】

上式で、 $S_i$  は  $i$  番目のパッチのシフト座標であり、 $\lambda$  は重み因子であり、 $C1$  は、シフトしたパッチとテンプレートパッチとの間の差を測定するコスト関数である（テンプレートパッチは、事例に基づく超解像度化のケースでは低解像度パッチである）。 $T(\cdot)$  が、シフト座標  $S_i$  に従って  $M_i$  のサイズをマッチングするために拡大パッチをシフトし、クロッピングし、小型化する変換であるとして、テンプレートパッチが  $M_i$  であり、シフトし、クロッピングしたパッチが  $T(P_i | S_i)$  である場合、 $C1$  が

【0068】

【数2】

$$C1(S_i) = \|M_i - T(P_i | S_i)\|^2$$

【0069】

と定義される。 $C2$  が  $i$  番目のパッチの境界ピクセルを使用して定義される。境界エリアを  $\Omega$  と表す。その場合、

【0070】

【数3】

$$C2(S_i) = \|T(P_i | S_i) - I\|_{\Omega}^2$$

【0071】

であり、ただし

【0072】

【数4】

$$\|\cdot\|_{\Omega}^2$$

【0073】

は境界エリア  $\Omega$  内に制限される距離計算を表す。 $I$  は、最後の反復による回復後ビデオフレームである。 $C2$  に関する他の代替コスト関数、例えば、パッチ差を計算するためにピクセルではなくイメージ勾配を使用するコスト関数も使用できることを理解されたい。アルゴリズムは、 $C1$  コスト関数のみで式(2)のコスト関数を最小限に抑えることによって初期値  $S_1, S_2, \dots, S_M$  で開始する反復プロセスである。続く反復では、 $C2$  関数を使用する。

【0074】

上記の構築は、時間的整合性を考慮に入れない。時間的整合性を考慮する場合、パッチシフティングの前に動きベクトルフィールドを計算しなければならない。本発明の現在のシステムでは、各パッチ位置について前方動きベクトルおよび後方動きベクトルをどちらも計算する。前方動きベクトルは、現フレーム内のパッチの、次のフレーム内の対応するパッチと比較した変位である（図9参照）。後方動きベクトルは、現フレーム内のパッチの、前のフレーム内の対応するパッチと比較した変位である（図10参照）。図9を参照すると、前方動きベクトルが、全般的に参照符号900で示されている。前方動きベクトル900は、 $i$ 番目のフレーム910および( $i+1$ )番目のフレーム920に対応する。図10を参照すると、後方動きベクトルが、全般的に参照符号1000で示されている。後方動きベクトル1000は、( $i-1$ )番目のフレーム1010および*i*番目のフレーム910に対応する。

10

20

30

40

50

## 【0075】

時間的整合性を考慮に入れると、コスト関数は以下のようになる。

## 【0076】

## 【数5】

$$Cost(S_1, S_2, \dots, S_N) = \sum_i C1(S_i) + \lambda \sum_i C2(S_i) + \mu \sum_i C3(S_i) \quad (3)$$

## 【0077】

上式で、C3は、以下のような時間的整合性を実施するコスト関数である。

## 【0078】

## 【数6】

$$C3(S_i) = \frac{1}{2} \left( \|T(P_i | S_i) - F(M_i)\|^2 + \|T(P_i | S_i) - B(M_i)\|^2 \right) \quad (4)$$

## 【0079】

上式で、F(M<sub>i</sub>)は、その前方動きベクトルに従ってパッチM<sub>i</sub>に対応する次のフレーム内のパッチである。パッチM<sub>i</sub>の左上隅の座標が(x, y)である場合、次のビデオフレーム内の対応するパッチの左上隅の座標は、(x + U(x, y), y + V(x, y))であるべきである(図9)。同様に、B(M<sub>i</sub>)は、その後方動きベクトルに従ってパッチM<sub>i</sub>に対応する前のフレーム内のパッチである。

## 【0080】

拡大パッチのシフト座標S<sub>i</sub>は、テンプレート(i番目の低解像度パッチ)およびその隣接エリア(i番目のパッチの境界ピクセル)のみに依存するので、式(3)のコスト関数は、実際にはパッチ上のマルコフ確率場(MRF)を定義する。マルコフ確率場の最小化は、限定はしないが、例えば、勾配降下、確率伝播、モンテカルロなどの様々な手法によって実現することができる。本発明者等の現在のシステムでは、勾配降下手法が効率的であり、満足の行く結果を与えるので、勾配降下手法を使用する。最小化手順は、以下のような反復プロセスである(図11)。

1. 時空的制約なしにパッチをシフトすることによってすべてのフレーム内のすべてのパッチのシフト座標を初期化する。このことは、C2項およびC3項のない式(3)のコスト関数を最小限に抑えることと同等である。

2. 各フレームについて、C2項およびC3項を有する式(3)のコスト関数を最小限に抑える。その後、選択したパッチおよびシフト座標を使用して、高解像度フレームを回復する。

3. 停止条件を満たす場合、アルゴリズムから出る。そうでない場合、ステップ2に戻る。

## 【0081】

様々な停止条件を使用することができる。1つの可能な選択肢は、最後の反復と現反復の合計コストの差が一定のしきい値未満であるときにアルゴリズムを停止させることである。

## 【0082】

本原理の一実施形態では、本発明者等の提案する方法の最適化フレームワークがマルコフ確率場(MRF)に基づくことに留意されたい。前述の第1の従来技術の手法は、MRFフレームワークを使用してパッチの選択を最適化したが、本発明者等は、MRFを使用してパッチをシフトし、ベクトル量子化誤差によって引き起こされるアーチファクトを最小限に抑えることにさらに留意されたい。

## 【0083】

図11を参照すると、パッチングシフティングのための例示的方法が、全般的に参考符号1100で示されている。方法1100は開始ブロック1105を含み、開始ブロック1105は機能ブロック1110に制御を渡す。機能ブロック1110は低解像度フレー

10

20

30

40

50

ムおよび拡大イグザンブルパッチを入力し、機能ブロック 1115 に制御を渡す。機能ブロック 1115 は、すべてのフレームに関するすべてのパッチのシフト座標を初期化し、機能ブロック 1120 に制御を渡す。機能ブロック 1120 は、コスト関数を最小限に抑えて最良のシフト座標を見つけ、機能ブロック 1125 に制御を渡す。機能ブロック 1125 は、パッチおよび最良のシフト座標を使用して高解像度フレームを回復し、判定ブロック 1130 に制御を渡す。判定ブロック 1130 は、コスト関数が収束したか否かを判定する。収束した場合、機能ブロック 1135 に制御を渡す。収束しない場合、機能ブロック 1120 に制御を返す。機能ブロック 1135 は、最良のシフト座標を出力し、終了ブロック 1199 に制御を渡す。

## 【0084】

10

## サブピクセルパッチシフティング

オブジェクトまたは背景の動きが非常に小さい場合、前述の時空的制約を使用する場合であっても、ジッタリングアーチファクトがまだ見えることになる。サブピクセルパッチシフティングを使用して、パッチ位置合せをより正確にする。サブピクセルパッチシフティングを使用するアルゴリズムは、時空的平滑化を図ることに関して上記で説明したものとほぼ同じである。違いは、シフト座標が分数値、例えば 1/2 ピクセル、1/3 ピクセルなどを取ることである。

## 【0085】

サブピクセルパッチシフティングを使用することは、式(3)の MRF コスト関数についてより多くの状態数(すなわち、シフト座標の空間のサイズ)が存在し、したがってサブピクセルパッチシフティングが通常のパッチシフティングよりも複雑となることを意味する。計算複雑さを低減する一方法は、以下のような階層型マッチング方式を使用することである。まず、ピクセルパッチシフティング方式を使用して、パッチの位置を概算で求め、次いで、狭い範囲でのサブピクセルパッチシフティングが続き、パッチ位置を改善する。

20

## 【0086】

## より良好な代表的パッチの生成

今までのところは、ビデオ回復段階中にパッチシフティングを適用するだけである。しかし、クラスタ化プロセス中により良好な代表的パッチを生成するためにパッチシフティングを使用することもできる。

30

## 【0087】

代表的パッチは通常、クラスタ化中にクラスタ内のすべてのパッチを平均することによって生成される。パッチ内のオブジェクト縁部が平均化の前に位置合せされない場合、平均化プロセスの結果、一般には、得られるパッチイメージの解像度は低くなる。したがって、オブジェクト縁部をより良好に保持することができるよう、平均化プロセスの前にパッチシフティングを適用してパッチを位置合せすることができる。各クラスタについて、以下の反復手順によって位置合せを実現することができる。

1. クラスタ内でのすべてのパッチを平均し、クラスタの初期代表的パッチを得る。
2. クラスタ内のパッチのうちの所与の各パッチを代表的パッチとマッチングして、(例えば、ユークリッド距離などを使用して) 全体の差を最小限に抑えることにより、クラスタ内の各パッチを代表的パッチに位置合せする。

40

3. すべてのパッチがゼロシフトを有する場合、アルゴリズムは停止し、代表的パッチを出力する。そうでない場合、シフトしたパッチを平均することによって代表的パッチを再計算し、ステップ 2 に戻る。

## 【0088】

前述の手法とは別に、より良好な代表的パッチを生成することは、例えば、第 1 の例示的手法や第 2 の例示的手法などの他の手法でも実現することができる。第 1 の例示的手法では、クラスタ内のパッチを平均するのではなく、平均パッチから最小の距離を有するパッチのうちの 1 つをクラスタから選ぶことができる。第 2 の例示的手法では、クラスタ内のパッチを平均するではなく、クラスタ内のパッチのうちの一部のみを使用して平均化を

50

実行と共に、クラスタ中心（すなわち、平均パッチ）から逸脱し過ぎているアウトライアパッチを除外することができる。

#### 【0089】

より一般的なパッチ変換への拡張

パッチシフティングは、一般的なパッチ幾何学的変換の特殊ケースである。したがって、パッチシフティングの概念は、限定はしないが、ズームイン／アウト、回転、射影変換などを含むより一般的な幾何学的変換に対処する、より汎用の変換に一般化することができる。こうした変換を組み込むアルゴリズムは、シフト座標をより一般的な変換パラメータで置き換えることにより、時空的平滑化を図ることに関して本明細書の上記で与えたアルゴリズムと同様である。そのようなパラメータの例は、限定はしないが、変換パラメータ、回転パラメータ、投射パラメータなどを含む。しかし、一般的なパッチ変換の主な問題は、計算複雑さがパッチシフティングよりもずっと高くなることである。10

#### 【0090】

図12を参照すると、改良型代表的パッチを生成する例示的方法が、全般的に参考符号1200で示されている。方法1200は開始ブロック1205を含み、開始ブロック1205は機能ブロック1210に制御を渡す。機能ブロック1210はクラスタおよびそのパッチを入力し、機能ブロック1215に制御を渡す。機能ブロック1215は、初期の代表的パッチを計算し、機能ブロック1220に制御を渡す。機能ブロック1220は、パッチを代表的パッチと位置合せし、判定ブロック1225に制御を渡す。判定ブロック1225は、すべてのパッチがゼロシフトを有するか否かを判定する。そうである場合、機能ブロック1230に制御を渡す。そうでない場合、機能ブロック1235に制御を渡す。機能ブロック1230は代表的パッチを出力し、終了ブロック1299に制御を渡す。機能ブロック1235は代表的パッチを再計算し、機能ブロック1220に制御を返す。20

#### 【0091】

実験結果

本発明者等は、例に基づくビデオ超解像度応用例について様々なビデオに対してパッチシフティングアルゴリズムをテストした。結果は、サブピクセルシフトおよびMRF最適化を伴うパッチシフティングアルゴリズムが、動きによって引き起こされるジッタリングアーチファクトを著しく低減することを示している。30

#### 【0092】

様々な実施形態および変形形態

1. MRFベースのフレームワークを何らかの他のコスト関数ベースの定式化で置き換えることができる。

2. 様々な最適化方法によって式(3)のMRFコスト関数を最小限に抑えることができる。

3. 式(3)の第2の項を他の境界条件で置き換えることができる。

4. 式(3)の第3の項について様々な(異なる)定式化を使用することができる。

5. より良好な代表的パッチを生成することに関して本明細書で説明した方法の、様々な他の方法および手法での置換え。40

次に、その一部を上記で述べた、本発明の多くの付随する利点／特徴のうちの一部の説明を与える。例えば、1つの利点／特徴は、入力ビデオシーケンスから、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するパッチジェネレータを有する装置である。1つまたは複数の高解像度置換パッチは、入力ビデオシーケンスの再構築中に1つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものである。パッチジェネレータは、パッチ空間シフティングプロセスに対応するデータを使用して、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成する。パッチ空間シフティングプロセスは、1つまたは複数の高解像度置換パッチ内の動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減するためのものである。データは、パッチ空間シフティングプロセスでの使用に適するようになるために1つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも大きいパッチサイズを50

有するような 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するように、1 つまたは複数の高解像度置換パッチのパッチサイズを少なくとも導出するためのものである。

#### 【 0 0 9 3 】

別の利点 / 特徴は、上述のようなパッチジェネレータを有する装置であり、動き誘導ベクトル量子化誤差が、1 つまたは複数の高解像度置換パッチの生成中に適用される量子化プロセスによって引き起こされる。

#### 【 0 0 9 4 】

さらに別の利点 / 特徴は、パッチジェネレータを有する装置であり、上述のように、動き誘導ベクトル量子化誤差が、1 つまたは複数の高解像度置換パッチの生成中に適用される量子化プロセスによって引き起こされ、量子化プロセスが、入力ビデオシーケンスから抽出された複数のパッチに適用されるクラスタ化プロセスに対応し、クラスタ化プロセスが、1 つまたは複数の基準に基づく同様の特性を有する複数のパッチのうちのパッチを互いにグループ化するためのものであり、1 つまたは複数の高解像度置換パッチが、複数のパッチのうちのパッチから導出される。10

#### 【 0 0 9 5 】

さらに別の利点 / 特徴は、パッチジェネレータを有する装置であり、量子化プロセスが、入力ビデオシーケンスから抽出された複数のパッチに適用されるクラスタ化プロセスに対応し、クラスタ化プロセスが、1 つまたは複数の基準に基づく同様の特性を有する複数のパッチのうちのパッチを互いにグループ化するためのものであり、上述のように、1 つまたは複数の高解像度置換パッチが、複数のパッチのうちのパッチから導出され、クラスタ化プロセスが、同一のクラスタ内の複数のパッチのうちのパッチを平均することを含み、同一のクラスタ内に含めるために複数のパッチのうちのパッチを選択することに続いて、同一のクラスタ内の複数のパッチのうちのパッチの平均化の前に、平均化に備えて複数のパッチのうちのパッチ内のオブジェクト縁部を位置合せするために、パッチ空間シフティングプロセスが、複数のパッチのうちのパッチに適用される。20

#### 【 0 0 9 6 】

さらに、別の利点 / 特徴は、パッチジェネレータを有する装置であり、クラスタ化プロセスが、同一のクラスタ内の複数のパッチのうちのパッチを平均することを含み、同一のクラスタ内に含めるために複数のパッチのうちのパッチを選択することに続いて、同一のクラスタ内の複数のパッチのうちのパッチの平均化の前に、上述のように、平均化に備えて複数のパッチのうちのパッチ内のオブジェクト縁部を位置合せするために、パッチ空間シフティングプロセスが、複数のパッチのうちのパッチに適用され、同一のクラスタ内の複数のパッチのうちのパッチの一部だけが、クラスタ中心からの対応するパッチ距離に基づいて平均される。30

#### 【 0 0 9 7 】

さらに、別の利点 / 特徴は、上述のようなパッチジェネレータを有する装置であり、動き誘導ベクトル量子化誤差が、入力ビデオシーケンスの再構築中に実行されるパッチ置換プロセスによって引き起こされる。

#### 【 0 0 9 8 】

さらに、別の利点 / 特徴は、上述のようなパッチジェネレータを有する装置であり、装置は、入力ビデオシーケンスから 1 つまたは複数の小型化ピクチャを生成するダウンサイザと、高解像度置換パッチおよび 1 つまたは複数の小型化ピクチャを、結果として得られるビットストリームに符号化する、パッチジェネレータおよびダウンサイザと信号通信する 1 つまたは複数のビデオエンコーダとをさらに含む。40

#### 【 0 0 9 9 】

さらに、別の利点 / 特徴は、上述のようなパッチジェネレータを有する装置であり、方法がビデオエンコーダで実行される。

#### 【 0 1 0 0 】

本明細書の教示に基づいて、本原理のこれらおよび他の特徴および利点を当業者は容易に確認することができる。ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、専用プロセッ50

サ、またはそれらの組合せの様々な形態で本原理の教示を実施できることを理解されたい。

**【0101】**

最も好ましくは、本原理の教示は、ハードウェアとソフトウェアの組合せとして実装される。さらに、ソフトウェアをプログラム記憶ユニット上に有形に具体化されたアプリケーションプログラムとして実装することができる。アプリケーションプログラムは、任意の適切なアーキテクチャを備えるマシンにアップロードし、実行することができる。好ましくは、マシンは、1つまたは複数の中央演算処理装置（「CPU」）、ランダムアクセスメモリ（「RAM」）、入出力（「I/O」）インターフェースなどのハードウェアを有するコンピュータプラットフォーム上に実装される。コンピュータプラットフォームはまた、オペレーティングシステムおよびマイクロ命令コードをも含むことができる。本明細書に記載の様々なプロセスおよび機能は、CPUによって実行することできる、マイクロ命令コードの一部、もしくはアプリケーションプログラムの一部、またはそれらの任意の組合せでよい。さらに、追加のデータ記憶ユニットやプリントイングユニットなどの様々な他の周辺ユニットをコンピュータプラットフォームに接続することができる。10

**【0102】**

添付の図面に示す構成システム構成要素および方法の一部が好ましくはソフトウェアで実装されるので、システム構成要素またはプロセス機能ブロック間の実際の接続は、本原理がプログラムされる方式に応じて異なることがあることをさらに理解されたい。本明細書の教示が与えられると、本原理のこれらおよび類似の実装または構成を当業者は企図することができることになる。20

**【0103】**

添付の図面を参照しながら本明細書で例示的実施形態を説明したが、本原理がこうした厳密な実施形態に限定されず、本原理の範囲または趣旨から逸脱することなく、当業者は本原理の中で様々な変更および修正を実施できることを理解されたい。すべてのそのような変更および修正は、添付の特許請求の範囲に記載の本原理の範囲内に包含されるものとする。

本発明は以下の態様を含む。

(付記1)

入力ビデオシーケンスから、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するパッチジェネレータ（505）であって、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチが、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に1つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものである、パッチジェネレータ（505）を備える装置であって、30

前記パッチジェネレータ（505）は、パッチ空間シフティングプロセスに対応するデータを使用して、1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成し、前記パッチ空間シフティングプロセスは、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチ内の動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減するためのものであり、前記データは、前記パッチ空間シフティングプロセスでの使用に適するよう前に前記1つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも大きいパッチサイズを有するような前記1つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するように、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチのパッチサイズを少なくとも導出するためのものである、前記装置。40

(付記2)

前記動き誘導ベクトル量子化誤差が、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチの生成中に適用される量子化プロセスによって引き起こされる、付記1に記載の装置。

(付記3)

前記量子化プロセスが、前記入力ビデオシーケンスから抽出された複数のパッチに適用されるクラスタ化プロセスに対応し、前記クラスタ化プロセスが、1つまたは複数の基準に基づく同様の特性を有する前記複数のパッチのうちのパッチを互いにグループ化するためのものであり、前記1つまたは複数の高解像度置換パッチが、前記複数のパッチのうち50

の前記パッチから導出される、付記 2 に記載の装置。

(付記 4 )

前記クラスタ化プロセスが、同一のクラスタ内の前記複数のパッチのうちの前記パッチを平均することを含み、前記同一のクラスタ内に含めるために前記複数のパッチのうちの前記パッチを選択することに続いて、前記同一のクラスタ内の前記複数のパッチのうちの前記パッチの平均化の前に、前記平均化に備えて前記複数のパッチのうちの前記パッチ内のオブジェクト縁部を位置合せするために、前記パッチ空間シフティングプロセスが、前記複数のパッチのうちの前記パッチに適用される、付記 3 に記載の装置。

(付記 5 )

前記複数のパッチのうちの前記パッチの一部だけが、クラスタ中心からの対応するパッチ距離に基づいて平均される、付記 4 に記載の装置。 10

(付記 6 )

前記動き誘導ベクトル量子化誤差が、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に実行されるパッチ置換プロセスによって引き起こされる、付記 1 に記載の装置。

(付記 7 )

前記入力ビデオシーケンスから 1 つまたは複数の小型化ピクチャを生成するダウンサイザ ( 520 ) と、

前記高解像度置換パッチおよび前記 1 つまたは複数の小型化ピクチャを、結果として得られるビットストリームに符号化する、前記パッチジェネレータおよび前記ダウンサイザと信号通信する 1 つまたは複数のビデオエンコーダ ( 515, 525 ) と、 20  
をさらに備える、付記 1 に記載の装置。

(付記 8 )

前記方法がビデオエンコーダで実行される、付記 1 に記載の装置。

(付記 9 )

プロセッサを使用して実行される方法であって、

入力ビデオシーケンスから、1 つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するステップであって、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチが、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に 1 つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものである、ステップを含み、

前記生成するステップは、パッチ空間シフティングプロセスに対応するデータを使用して、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを生成し、前記パッチ空間シフティングプロセスは、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチ内の動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減するためのものであり、前記データは、前記パッチ空間シフティングプロセスでの使用に適するようにするために前記 1 つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも大きいパッチサイズを有するような前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するように、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのパッチサイズを少なくとも導出するためのものである、前記方法。 30

(付記 10 )

前記動き誘導ベクトル量子化誤差は、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチの生成中に適用される量子化プロセスによって引き起こされる、付記 9 に記載の方法。 40

(付記 11 )

前記量子化プロセスが、前記入力ビデオシーケンスから抽出された複数のパッチに適用されるクラスタ化プロセス ( 1315 ) に対応し、前記クラスタ化プロセス ( 1315 ) が、1 つまたは複数の基準に基づく同様の特性を有する前記複数のパッチのうちのパッチを互いにグループ化するためのものであり、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチが、前記複数のパッチのうちの前記パッチから導出される、付記 10 に記載の方法。

(付記 12 )

前記クラスタ化プロセス ( 1315 ) が、同一のクラスタ内の前記複数のパッチのうちの前記パッチを平均することを含み、前記同一のクラスタ内に含めるために前記複数のパッチのうちの前記パッチを選択することに続いて、前記同一のクラスタ内の前記複数のパ 50

ツチのうちの前記パッチの平均化の前に、前記平均化に備えて前記複数のパッチのうちの前記パッチ内のオブジェクト縁部を位置合せするために、前記パッチ空間シフティングプロセスが、前記複数のパッチのうちの前記パッチに適用される、付記 11 に記載の方法。  
(付記 13 )

前記複数のパッチのうちの前記パッチの一部だけが、クラスタ中心からの対応するパッチ距離に基づいて平均される、付記 12 に記載の方法。

(付記 14 )

前記動き誘導ベクトル量子化誤差が、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に実行されるパッチ置換プロセスによって引き起こされる、付記 9 に記載の方法。

(付記 15 )

前記高解像度置換パッチ (1325) および前記 1 つまたは複数の小型化ピクチャを、結果として得られるビットストリーム (1335) に符号化するステップをさらに含む、付記 9 に記載の方法。

(付記 16 )

ビデオエンコーダで実行される、付記 9 に記載の方法。

(付記 17 )

動き誘導ベクトル量子化誤差を有する 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを受け取り、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを少なくとも空間的にシフトして、前記動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減するパッチシフタ (560) であって、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチが、入力ビデオシーケンスに対応し、入力ビデオシーケンスから導出されるパッチシフタ (560) と、  
20

前記入力ビデオシーケンスに対応し、前記入力ビデオシーケンスから導出された 1 つまたは複数の空間的にシフトした高解像度置換パッチおよび 1 つまたは複数の小型化ピクチャを使用して前記入力ビデオシーケンスを再構築する、前記パッチシフタと信号通信するピクチャ再構築デバイス (560) と、

を備える、装置。

(付記 18 )

前記入力ビデオシーケンスが、ビデオ圧縮用のベクトル量子化ベースの圧縮プロセス、例に基づくビデオ超解像度プロセス、ビデオ要約プロセス、およびビデオブルーニングプロセスのうちの少なくとも 1 つで再構築される、付記 17 に記載の装置。

(付記 19 )

前記高解像度置換パッチが、空間的制約および時間的制約を使用して、それぞれ空間的および時間的にシフトされる、付記 17 に記載の装置。

(付記 20 )

マルコフ確率場が使用され、再構築後ビデオシーケンス中の時空的平滑度が実施される、付記 17 に記載の装置。

(付記 21 )

前記マルコフ確率場がコスト関数として実装され、パッチシフト座標がコスト関数の変数として使用され、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのうちの対応するものに関する、対応するシフトが求められる、付記 20 に記載の装置。

(付記 22 )

空間シフティングがサブピクセルパッチシフティングを含み、前記ジッタの多いアーチファクトをさらに低減する、付記 17 に記載の装置。

(付記 23 )

前記サブピクセルパッチシフティングが階層型パッチマッチングプロセスで使用され、前記階層型パッチマッチングプロセスでは、ピクセルパッチシフティングプロセスを使用して、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのうちの 1 つによって置き換えるべき低解像度パッチの位置を推定し、次いでサブピクセルパッチシフティングプロセスを実行して、推定を改善し、前記サブピクセルパッチシフティングプロセスでは、前記ピクセ  
40

10

20

30

40

50

ルパッチシフティングプロセスよりも狭い範囲を使用する、付記 2 2 に記載の装置。

(付記 2 4 )

ビットストリームから前記高解像度置換パッチおよび前記 1 つまたは複数の小型化ピクチャを復号化する前記パッチシフタと信号通信するビデオデコーダをさらに備える、付記 1 7 に記載の装置。

(付記 2 5 )

ビデオデコーダに含まれる、付記 1 7 に記載の装置。

(付記 2 6 )

プロセッサを使用して実行される方法であって、

動き誘導ベクトル量子化誤差を有する 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを受け取る 10  
ステップと、

前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを少なくとも空間的にシフトして、前記動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減する  
ステップ ( 1 5 2 0 ) であって、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチが、入力ビデオシーケンスに対応し、入力ビデオシーケンスから導出されるステップ ( 1 5 2 0 ) と、

前記入力ビデオシーケンスに対応し、前記入力ビデオシーケンスから導出された 1 つまたは複数の空間的にシフトした高解像度置換パッチおよび 1 つまたは複数の小型化ピクチャを使用して前記入力ビデオシーケンスを再構築するステップ ( 1 5 2 5 ) と、  
を含む、前記方法。

(付記 2 7 )

20

前記入力ビデオシーケンスが、ビデオ圧縮用のベクトル量子化ベースの圧縮プロセス、  
例に基づくビデオ超解像度プロセス、ビデオ要約プロセス、およびビデオブルーニングプロセスのうちの少なくとも 1 つで再構築される、付記 2 6 に記載の方法。

(付記 2 8 )

前記高解像度置換パッチが、空間的制約および時間的制約を使用して、それぞれ空間的  
および時間的にシフトされる、付記 2 6 に記載の方法。

(付記 2 9 )

マルコフ確率場が使用され、再構築後ビデオシーケンス中の時空的平滑度が実施される  
、付記 2 6 に記載の方法。

(付記 3 0 )

30

前記マルコフ確率場がコスト関数として実装され、パッチシフト座標が前記コスト関数  
の変数として使用され、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのうちの対応するもの  
に関する、対応するシフトが求められる、付記 2 9 に記載の方法。

(付記 3 1 )

空間シフティングがサブピクセルパッチシフティングを含み、前記ジッタの多いアーチ  
ファクトをさらに低減する、付記 2 6 に記載の方法。

(付記 3 2 )

前記サブピクセルパッチシフティングが階層型パッチマッチングプロセスで使用され、  
前記階層型パッチマッチングプロセスでは、ピクセルパッチシフティングプロセスを使用  
して、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのうちの 1 つによって置き換えられるべき  
低解像度パッチの位置を推定し、次いでサブピクセルパッチシフティングプロセスを実  
行して、推定を改善し、前記サブピクセルパッチシフティングプロセスでは、前記ピクセ  
ルパッチシフティングプロセスよりも狭い範囲を使用する、付記 3 1 に記載の方法。 40

(付記 3 3 )

ビットストリームから前記高解像度置換パッチおよび前記 1 つまたは複数の小型化ピク  
チャを復号化するステップ ( 1 4 1 0 ) をさらに含む、付記 2 6 に記載の方法。

(付記 3 4 )

ビデオデコーダで実行される、付記 2 6 に記載の方法。

(付記 3 5 )

その上に符号化されたビデオ信号データを有するコンピュータ可読記憶媒体であって、

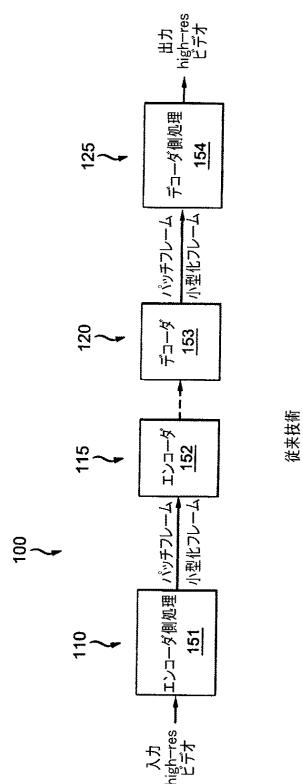
50

入力ビデオシーケンスから生成された 1 つまたは複数の高解像度置換を含み、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチは、前記入力ビデオシーケンスの再構築中に 1 つまたは複数の低解像度パッチを置き換えるためのものであり、

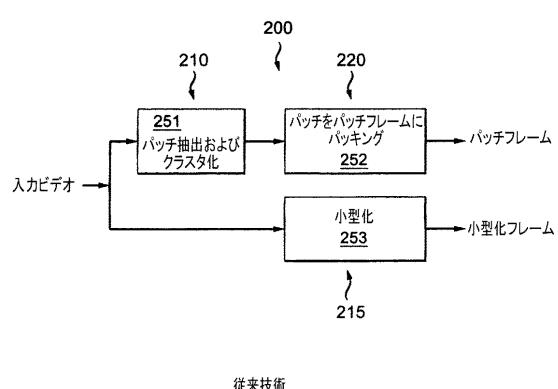
前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチが、パッチ空間シフティングプロセスに対応するデータを使用して生成され、前記パッチ空間シフティングプロセスが、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチ内の動き誘導ベクトル量子化誤差によって引き起こされるジッタの多いアーチファクトを低減するためのものであり、前記データが、前記パッチ空間シフティングプロセスでの使用に適するようるために前記 1 つまたは複数の低解像度パッチのパッチサイズよりも大きいパッチサイズを有するような前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチを生成するように、前記 1 つまたは複数の高解像度置換パッチのパッチサイズを少なくとも導出するためのものである、前記コンピュータ可読記憶媒体。

10

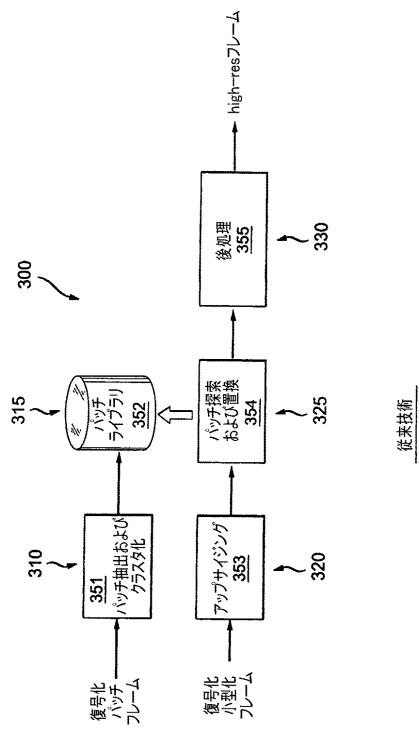
【図 1】



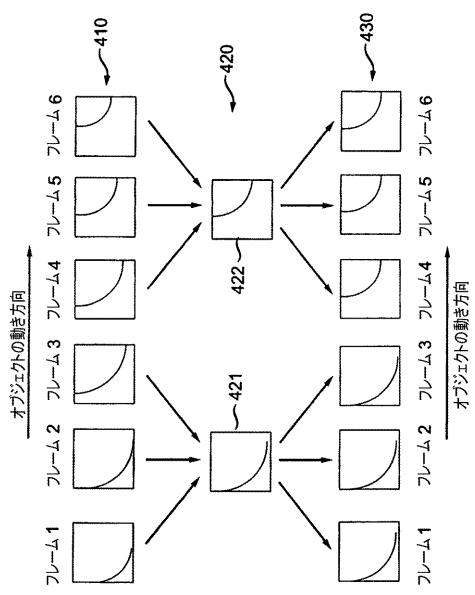
【図 2】



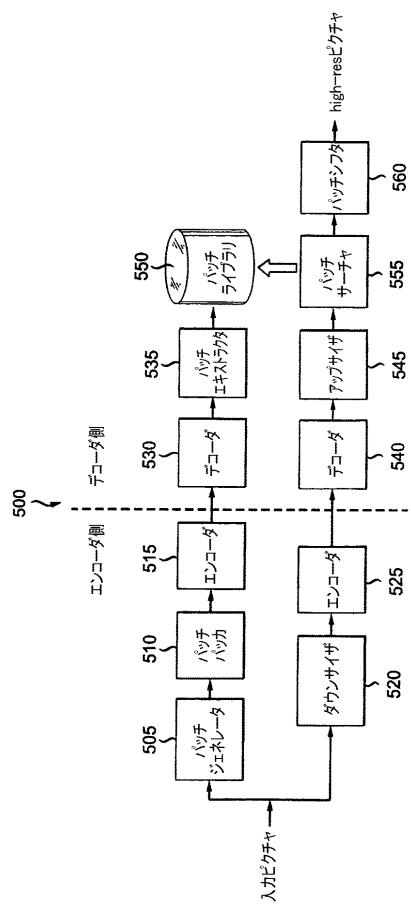
【図3】



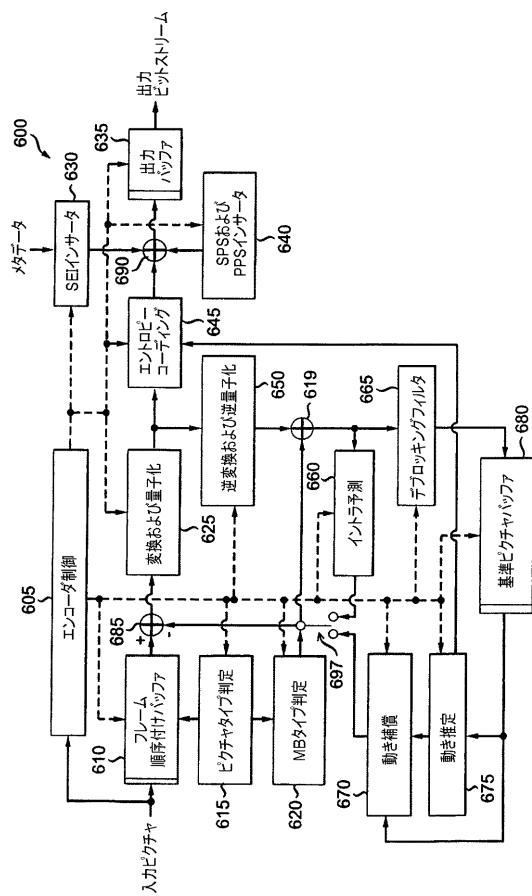
【図4】



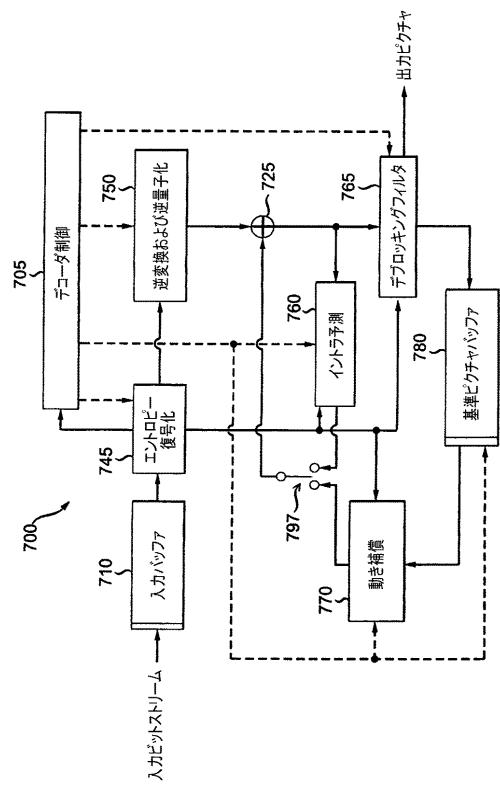
【図5】



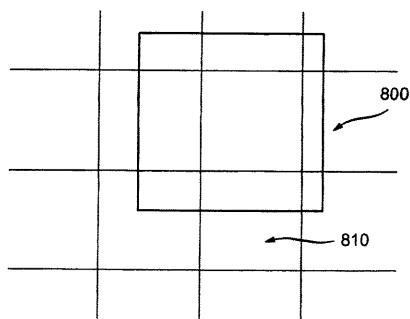
【図6】



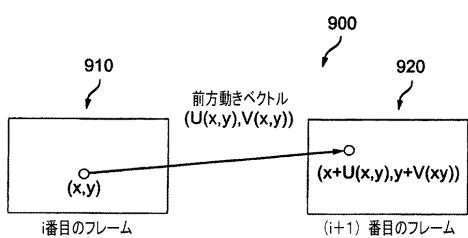
【図7】



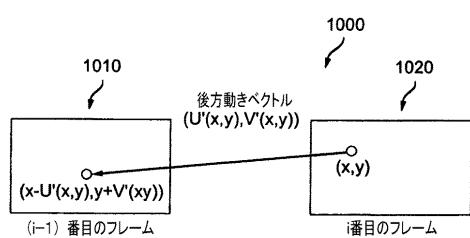
【図8】



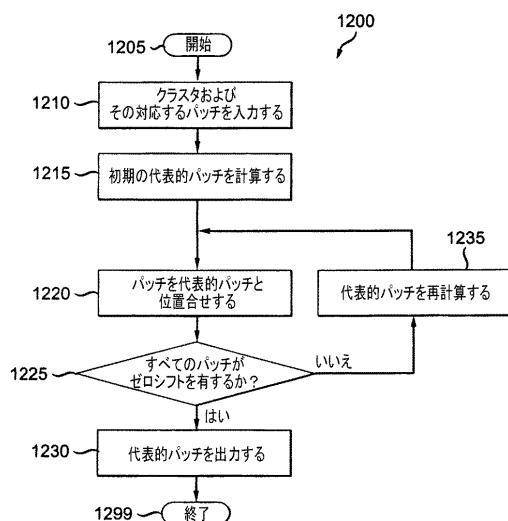
【図9】



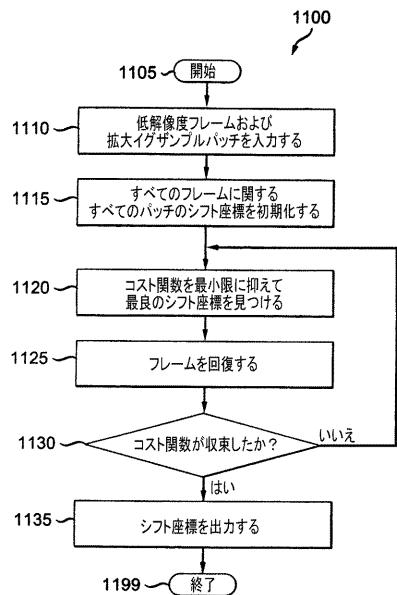
【図10】



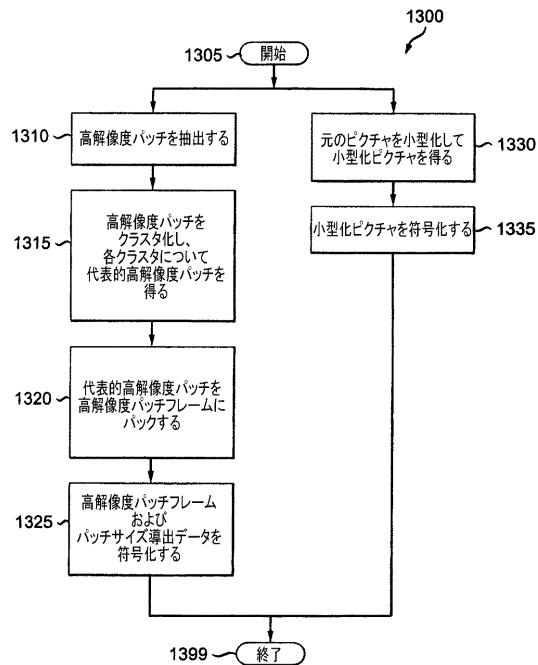
【図12】



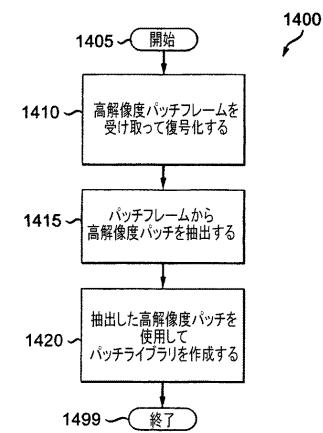
【図11】



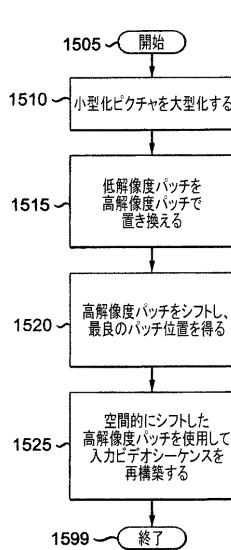
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ジョアン リヤック

フランス エフ - 35510 セソン セヴィニエ リュ ド ラ モニエ 100

(72)発明者 シタラム バガヴァティー

アメリカ合衆国 94301 カリフォルニア州 パロ アルト ホウソーン アベニュー 35  
7 アパートメント ディー

審査官 佐野 潤一

(56)参考文献 米国特許出願公開第2007/0041663(US, A1)

特開2009-159171(JP, A)

特開2009-207001(JP, A)

特開2003-018398(JP, A)

国際公開第2009/141770(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 7/01