

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-258771

(P2013-258771A)

(43) 公開日 平成25年12月26日(2013.12.26)

(51) Int.Cl.
H04N 7/32 (2006.01)F I
H04N 7/137 Zテーマコード (参考)
5C159

審査請求 有 請求項の数 16 O L 外国語出願 (全 50 頁)

(21) 出願番号 特願2013-190101 (P2013-190101)
 (22) 出願日 平成25年9月13日 (2013. 9. 13)
 (62) 分割の表示 特願2009-533321 (P2009-533321)
 の分割
 原出願日 平成19年10月11日 (2007.10.11)
 (31) 優先権主張番号 60/852, 529
 (32) 優先日 平成18年10月18日 (2006.10.18)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 60/911, 536
 (32) 優先日 平成19年4月13日 (2007. 4. 13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 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 ジャンヌ ダルク,
 1-5
 1-5, rue Jeanne d'Arc,
 92130 ISSY LES
 MOULINEAUX, France
 (74) 代理人 100107766
 弁理士 伊東 忠重
 (74) 代理人 100070150
 弁理士 伊東 忠彦
 (74) 代理人 100091214
 弁理士 大貫 進介

最終頁に続く

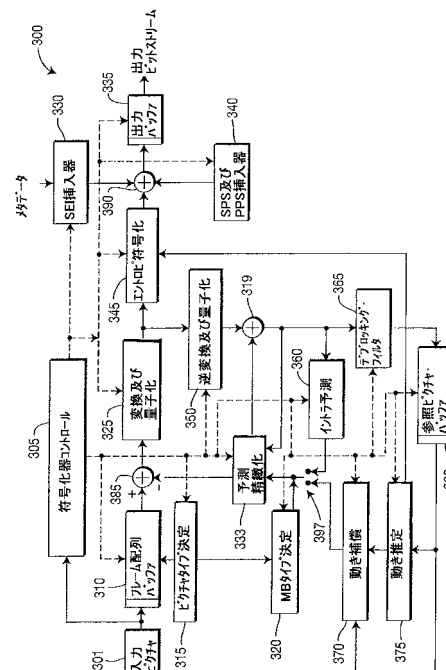
(54) 【発明の名称】 予測データ精緻化を使用してビデオを符号化する方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 予測データ精緻化を使用してビデオを符号化する方法及び装置を提供する。

【解決手段】 装置は、ピクチャの画像領域を符号化する符号化器(300)を含む。符号化器(300)は、画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方を精緻化するための予測精緻化フィルタ(333)を有する。予測精緻化フィルタ(333)は、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも一方を使用して画像領域のインター予測を精緻化し、先行復号化データ及び先行符号化データは、画像領域に対する近傍領域内の画素値に対応する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

装置であって、

ピクチャの画像領域を符号化する符号化器を備え、前記符号化器は、残差誤差が生成される前に、かつ、入力画像領域の予測を符号化ループにおいて処理するフィルタを有し、前記符号化器は、前記画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方を精緻化し、

前記フィルタは、前記画像領域の前記インター予測を精緻化し、前記フィルタは、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも一方を使用し、前記先行復号化データ及び前記先行符号化データは、前記画像領域に対する近傍領域における画素値に対応し、

前記符号化器は、逆変換器及び逆量子化器装置、並びに合成器を更に備え、前記逆変換器及び逆量子化器装置は前記合成器の第 1 の入力に直結した出力を有し、前記合成器は前記フィルタの出力に直結した第 2 の入力を有し、

前記符号化器はデブロッキング・フィルタを更に備え、前記合成器の出力は、前記フィルタの入力及び前記デブロッキング・フィルタの入力に直結する装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の装置であって、前記画像領域は、同一又は類似のシーンのマルチビュー・ビデオ・コンテンツ、単一ビュー・ビデオ・コンテンツ、及び前記同一のシーンのスケーラブル層の組からのスケーラブル層の何れかに対応する装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の装置であって、前記フィルタは、前記画像領域及び前記近傍領域の少なくとも一方に対応するデータ特性及びデータ統計の少なくとも一方に応じて適合的にイネーブル、又はディセーブルされ、

前記フィルタは、前記ピクチャの第 1 パス符号化において施されることなく、前記ピクチャの第 2 パス符号化において選択的に施される装置。

【請求項 4】

請求項 3 記載の装置であって、データ特性及びデータ統計の前記少なくとも一方は、符号化モード、動きデータ、及び残差データのうちの少なくとも 1 つを含む装置。

【請求項 5】

方法であって、

残差誤差が生成される前に、かつ、入力画像領域の予測を符号化ループにおいて処理するフィルタを使用してピクチャの画像領域を符号化する工程を含み、前記画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方を精緻化し、

前記フィルタが前記画像領域の前記インター予測を精緻化する場合、前記フィルタは、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも一方を使用し、前記先行復号化データ及び前記先行符号化データは、前記画像領域に対する近傍領域における画素値に対応し、

前記符号化する工程は前記フィルタを備える符号化器において行われ、前記符号化器は更に、逆変換器及び逆量子化器装置、並びに合成器を更に備え、前記逆変換器及び逆量子化器装置は前記合成器の第 1 の入力に直結した出力を有し、前記合成器は前記フィルタの出力に直結した第 2 の入力を有し、

前記符号化器はデブロッキング・フィルタを更に備え、前記合成器の出力は、前記フィルタの入力及び前記デブロッキング・フィルタの入力に直結する方法。

【請求項 6】

請求項 5 記載の方法であって、画像ブロックは、同一又は類似のシーンのマルチビュー・ビデオ・コンテンツ、単一ビュー・ビデオ・コンテンツ、及び前記同一のシーンのスケーラブル層の組からのスケーラブル層の何れかに対応する方法。

【請求項 7】

請求項 5 記載の方法であって、前記フィルタは、前記画像ブロックに対応するデータ特性及びデータ統計の少なくとも一方に応じて適合的にイネーブル又はディセーブルされ、

前記フィルタは、前記ピクチャの第 1 パス符号化において施されることなく、前記ピク

10

20

30

40

50

チャの第2パス符号化において選択的に施される方法。

【請求項8】

請求項7記載の方法であって、データ特性及びデータ統計の前記少なくとも一方は、符号化モード、動きデータ、及び残差データのうちの少なくとも1つを含む方法。

【請求項9】

装置であって、

ピクチャの画像領域を復号化する復号化器であって、前記復号化器は、残差誤差が付加される前に、かつ、入力画像領域の予測を復号化ループにおいて処理するフィルタを有し、前記復号化器は、前記画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方を精緻化し、

10

前記フィルタが前記画像領域の前記インター予測を精緻化する場合、前記フィルタは、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも一方を使用し、

前記先行復号化データ及び前記先行符号化データは、前記画像領域に対する近傍領域における画素値に対応し、

前記復号化器は、逆変換器及び逆量子化器装置、並びに合成器を更に備え、

前記逆変換器及び逆量子化器装置は前記合成器の第1の入力に直結した出力を有し、前記合成器は前記フィルタの出力に直結した第2の入力を有し、

前記復号化器はデブロッキング・フィルタを更に備え、前記合成器の出力は、前記フィルタの入力及び前記デブロッキング・フィルタの入力に直結する装置。

【請求項10】

20

請求項9記載の装置であって、前記フィルタは、画像ブロックに対応するデータ特性及びデータ統計の少なくとも一方に応じて適合的にイネーブル又はディセーブルされる装置。

【請求項11】

請求項10記載の装置であって、前記フィルタのイネーブル情報又はディセーブル情報は少なくとも1つの高位構文要素から復号化され、又は、

前記フィルタは、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも一方を使用して前記画像領域の前記イントラ予測を精緻化し、前記先行復号化データ及び前記先行符号化データは、前記画像領域に対する近傍領域における画素値に対応する装置。

【請求項12】

30

請求項9記載の装置であって、前記少なくとも1つの高位構文要素は、スライス・ヘッダ・レベル、補助拡張情報(SEI)レベル、ピクチャ・パラメータ組レベル、系列パラメータ組レベル、及びネットワーク抽象化層ユニット・ヘッダ・レベルのうちの少なくとも1つにおいて配置される装置。

【請求項13】

方法であって、

残差誤差が付加される前に、かつ、入力画像領域の予測を復号化ループにおいて処理するフィルタを使用してピクチャの画像領域を復号化する工程を含み、前記画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方を精緻化し、

前記フィルタが前記画像領域の前記インター予測を精緻化する場合、前記フィルタは、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも一方を使用し、前記先行復号化データ及び前記先行符号化データは、前記画像領域に対する近傍領域における画素値に対応し、

40

前記復号化する工程は前記フィルタを備える復号化器において行われ、前記復号化器は、逆変換器及び逆量子化器装置、並びに合成器を更に備え、前記逆変換器及び逆量子化器装置は前記合成器の第1の入力に直結した出力を有し、前記合成器は前記フィルタの出力に直結した第2の入力を有し、

前記復号化器はデブロッキング・フィルタを更に備え、前記合成器の出力は、前記フィルタの入力及び前記デブロッキング・フィルタの入力に直結する方法。

【請求項14】

請求項13記載の方法であって、前記フィルタが、反復欠落データ推定方法及び非反復

50

欠落データ推定方法に関して施され、

前記フィルタは、画像ブロックに対応するデータ特性及びデータ統計の少なくとも一方に応じて適合的にイネーブル又はディセーブルされ、

データ特性及びデータ統計の前記少なくとも一方は、符号化モード、動きデータ、及び残差データのうちの少なくとも1つを含む方法。

【請求項15】

請求項13記載の方法であって、前記復号化する工程は、前記画像ブロックに対応する前記フィルタのパラメータを適合的に判定するための補助情報を復号化する工程を更に含み、前記補助情報は、マクロブロック・レベル、スライス・レベル、ピクチャ・レベル及び系列レベルのうちの少なくとも1つから復号化される方法。

10

【請求項16】

ビデオ信号データを符号化させた記憶媒体であって、

残差誤差が生成される前に、かつ、入力画像領域の予測を符号化ループにおいて処理するフィルタを使用してピクチャの画像領域を符号化する工程を含み、前記画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方が精緻化され、

前記フィルタが前記画像領域の前記インター予測を精緻化する場合、前記フィルタは、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも一方を使用し、前記先行復号化データ及び前記先行符号化データは、前記画像領域に対する近傍領域における画素値に対応し、

前記符号化する工程は前記フィルタを備える符号化器において行われ、前記符号化器は、逆変換器及び逆量子化器装置、並びに合成器を更に備え、前記逆変換器及び逆量子化器装置は前記合成器の第1の入力に直結した出力を有し、

20

前記合成器は前記フィルタの出力に直結した第2の入力を有し、

前記符号化器はデブロッキング・フィルタを更に備え、前記合成器の出力は、前記フィルタの入力及び前記デブロッキング・フィルタの入力に直結する記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、その内容全部を本明細書及び特許請求の範囲に援用する、西暦2006年10月18日付本出願の米国特許仮出願第60/852529号の利益を主張する。本出願は、その内容全部を本明細書及び特許請求の範囲に援用する、西暦2007年4月13日付本出願の米国特許仮出願第60/911536号の利益も主張する。

30

【0002】

本出願の原理は、一般に、ビデオの符号化及び復号化に関し、特に、予測データ精緻化を使用してビデオを符号化する方法及び装置に関する。

【背景技術】

【0003】

ビデオ符号化手法は、効率的になるように予測ベースの符号化を使用することができる。特定のフレームにおけるデータがブロック単位で、既に復号化されたデータから予測される（他の参照フレームから（すなわち、「インター」予測）であってもよく、又は同じフレームで既に復号化されたデータから（すなわち、「イントラ」予測）であってもよい。予測が元のデータから減算された後に生成される残差誤差が、次いで、通常、変換、量子化及び符号化される。特定のフレームの特定の空間位置で使用する予測のタイプは、最後の符号化が、できる限り効率的であるように適合的に選択される。この選択は、レート歪み尺度の最適化に依存する。実際に、最低のビットレートの最低の歪みにつながる予測器は、考えられる予測モード全てのうちから選択される。

40

【0004】

場合によっては、レート歪みの点で最良の予測器は、正しい予測データをもたらさず、その場合、符号化されなければならない高い量の残差誤差をもたらすことが有り得る。精度が低いことは、予測器の選択がビットレート・コストと歪みとの間の妥協につながるレート制約によるものであり得るか、又は単に、利用可能な予測モデルが適切でないからで

50

あり得る。国際標準化機構／国際電気標準会議（ＩＳＯ／ＩＥＣ）動画像専門家グループ－４（ＭＰＥＧ－４）パート１０ 高度ビデオ符号化（ＡＶＣ）標準／国際電気通信連合電気通信標準化部門（ＩＴＵ－Ｔ）Ｈ．２６４勧告（以降、「ＭＰＥＧ－４ ＡＶＣ標準」）は、その復号化された近傍ブロックからの情報を使用して特定のブロック内のデータを予測する。しかし、前述の予測器は、高周波及びテクスチャ・データを扱うことができない。

【０００５】

一部の従来技術のビデオ符号化器／復号化器（例えば、ＭＰＥＧ－４ ＡＶＣ標準に準拠したものなど）では、いわゆる「デブロッキング・フィルタ」の使用による予測精緻化が符号化／復号化処理において利用される。残差誤差の変換ベースの符号化によってもたらされる符号化の低精度は、符号化ループにおける最後の工程として再構成フレームを処理するフィルタによって軽減することができる。他のループ内フィルタが、ＭＰＥＧ－４ ＡＶＣ標準デブロッキング・フィルタの制約に対応するために提案されている。通常、前述のフィルタは再構成ピクチャに対して施される。

【０００６】

再構成後のループ内フィルタリングは、誤差残差符号化における量子化工程中に失われた情報の一部の回復を可能にする。しかし、再構成画像に対して施されるような、現在のピクチャ内で符号化される対象の情報の量の削減に寄与することは期待されていない。符号化する対象の情報の量を削減するために、予測信号を改良することが可能である。従来、これは、一層高度な予測モードを含めることによって行われている。

【０００７】

欠けているデータの推定のためのアルゴリズム（このうちの一部は、「インペインティング」アルゴリズムとして表すことができる）は、例えば、拡散原理及び／若しくはテクスチャ成長、又は、非線形疎分解雑音除去に基づき得る。前述のアルゴリズムは、既知の近傍データに基づいて、欠けているデータの値を推定しようとし得る。実際に、ピクチャ内の欠けているブロックを有し、欠けているブロックを、特定の近傍ブロックにおいて利用可能なデータから、欠けているブロックを推定することにより、欠けているブロックを回復することを想定し得る。前述のアルゴリズムは一般に、欠けているデータについての知識が何もないものとする、すなわち、近傍の利用可能データに依拠して欠けているデータを推定するに過ぎない。

【０００８】

図１を参照すれば、ＭＰＥＧ－４ ＡＶＣ標準によってビデオ符号化を行うことができるビデオ符号化器は全体を参照符号１００で示す。

【０００９】

ビデオ符号化器１００は、合成器１８５の非反転入力と信号通信する出力を有するフレーム配列バッファ１１０を含む。合成器１８５の出力は、変換器及び量子化器１２５の第１の入力と信号通信で接続される。変換器及び量子化器１２５の出力は、エントロピ符号化器１４５の第１の入力及び逆変換器及び逆量子化器１５０の第１の入力と信号通信で接続される。エントロピ符号化器１４５の出力は、合成器１９０の第１の非反転入力と信号通信で接続される。合成器１９０の出力は、出力バッファ１３５の第１の入力と信号通信で接続される。

【００１０】

符号化器コントローラ１０５の第１の出力は、フレーム配列バッファ１１０の第２の入力、逆変換器及び逆量子化器１５０の第２の入力、ピクチャタイプ決定モジュール１１５の入力、マクロブロックタイプ（ＭＢタイプ）決定モジュール１２０の入力、イントラ予測モジュール１６０の第２の入力、デブロッキング・フィルタ１６５の第２の入力、動き補償器１７０の第１の入力、動き推定器１７５の第１の入力、及び参照ピクチャ・バッファ１８０の第２の入力と信号通信で接続される。

【００１１】

符号化器コントローラ１０５の第２の出力は、付加拡張情報（ＳＥＩ）挿入器１３０の

10

20

30

40

50

第1の入力、変換器及び量子化器125の第2の入力、エントロピ符号化器145の第2の入力、出力バッファ135の第2の入力、並びに、系列パラメータ組（SPS）及びピクチャ・パラメータ組（PPS）挿入器140の入力と信号通信で接続される。

【0012】

ピクチャタイプ決定モジュール115の第1の出力はフレーム配列バッファ110の第3の入力と信号通信で接続される。ピクチャタイプ決定モジュール115の第2の出力は、マクロブロックタイプ決定モジュール120の第2の入力と信号通信で接続される。

【0013】

系列パラメータ組（SPS）及びピクチャ・パラメータ組（PPS）挿入器140の出力は、合成器190の第3の非反転入力と信号通信で接続される。

10

【0014】

逆量子化器及び逆変換器150の出力は、合成器119の第1の非反転入力と信号通信で接続される。合成器119の出力は、イントラ予測モジュール160の第1の入力及びデブロッキング・フィルタ165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165の出力は参照ピクチャ・バッファ180の第1の入力と信号通信で接続される。参照ピクチャ・バッファ180の出力は、動き推定器175の第2の入力と信号通信で接続される。動き推定器175の第1の出力は動き補償器170の第2の入力と信号通信で接続される。参照ピクチャ・バッファ180の出力は、動き補償器170の第3の入力と信号通信で接続される。動き推定器175の第2の出力は、エントロピ符号化器145の第3の入力と信号通信で接続される。

20

【0015】

動き推定器170の出力はスイッチ197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160の出力はスイッチ197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の決定モジュール120の出力はスイッチ197の第3の入力と信号通信で接続される。スイッチ197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170又はイントラ予測モジュール160によって供給されるか否かを判定する。スイッチ197の出力は、合成器119の第2の非反転入力、及び合成器185の反転入力と信号通信で接続される。

【0016】

フレーム配列バッファ110及び符号化器コントローラ105の入力は、入力ピクチャ101を受信するために、符号化器100の入力として利用可能である。更に、付加拡張情報（SEI）挿入器130の入力は、メタデータを受信するために、符号化器100の入力として利用可能である。出力バッファ135の出力は、ビットストリームを出力するために、符号化器100の出力として利用可能である。

30

【0017】

図2に移れば、MPEG-4 AVCによってビデオ復号化を行うことができるビデオ復号化器は全体を参照符号200で示す。

【0018】

ビデオ復号化器200は、エントロピ復号化器245の第1の入力と信号通信で接続された出力を有する入力バッファ210を含む。エントロピ復号化器245の第1の出力は、逆変換器及び逆量子化器250の第1の入力と信号通信で接続される。逆変換器及び逆量子化器250の出力は合成器225の第2の非反転入力と信号通信で接続される。合成器225の出力はデブロッキング・フィルタ265の第2の入力及びイントラ予測モジュール260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265の第2の出力は、参照ピクチャ・バッファ280の第1の入力と信号通信で接続される。参照ピクチャ・バッファ280の出力は、動き補償器270の第2の入力と信号通信で接続される。

40

【0019】

エントロピ復号化器245の第2の出力は、動き補償器270の第3の入力及びデブロッキング・フィルタ265の第1の入力と信号通信で接続される。エントロピ復号化器2

50

45の第3の出力は復号化器コントローラ205の入力と信号通信で接続される。復号化器コントローラ205の第1の出力はエン트로ピ復号化器245の第2の入力と信号通信で接続される。復号化器コントローラ205の第2の出力は、逆変換器及び逆量子化器250の第2の入力と信号通信で接続される。復号化器コントローラ205の第3の出力は、デブロッキング・フィルタ265の第3の入力と信号通信で接続される。復号化器コントローラ205の第4の出力は、イントラ予測モジュール260の第2の入力、動き補償器270の第1の入力、及び参照ピクチャ・バッファ280の第2の入力と信号通信で接続される。

【0020】

動き補償器270の出力は、スイッチ297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260の出力は、スイッチ297の第2の入力と信号通信で接続される。スイッチ297の出力は、合成器225の第1の非反転入力と信号通信で接続される。

【0021】

入力バッファ210の入力は、入力ビットストリームを受信するために、復号化器200の入力として利用可能である。デブロッキング・フィルタ265の第1の出力は、出力ピクチャを出力するために、復号化器200の出力として利用可能である。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0022】

従来技術の前述並びに他の弊害及び欠点が、予測データ精緻化を使用してビデオを符号化する方法及び装置に関する本願の原理によって対処される。

【課題を解決するための手段】

【0023】

本願の原理の局面によれば、装置が提供される。装置は、ピクチャの画像領域を符号化する符号化器を含む。符号化器は、画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方を精緻化するための予測精緻化フィルタを有する。予測精緻化フィルタは、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも一方を使用して画像領域のインター予測を精緻化し、先行復号化データ及び先行符号化データは、画像領域に対する近傍領域内の画素値に対応する。

【0024】

本願の原理の別の局面によれば、方法が提供される。方法は、予測精緻化フィルタを使用してピクチャの画像領域を符号化して、画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方を精緻化する工程を含む。予測精緻化フィルタは、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも1つを使用して画像領域のインター予測を精緻化し、先行復号化データ及び先行符号化データは、画像領域に対する近傍領域内の画素値に対応する。

【0025】

本願の原理の更に別の局面によれば、装置が提供される。装置は、ピクチャの画像領域を復号化する復号化器を含む。復号化器は、画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方を精緻化するための予測精緻化フィルタを有する。予測精緻化フィルタは、画像領域に対する近傍領域内の画素値に対応する先行復号化データを使用して画像領域のインター予測を精緻化する。

【0026】

本願の原理の別の局面によれば、方法が提供される。方法は、予測精緻化フィルタを使用してピクチャの画像領域を復号化して、画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方を精緻化する工程を含む。予測精緻化フィルタは、画像領域に対する近傍領域内の画素値に対応する先行復号化データを使用して画像領域のインター予測を精緻化する。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】MPEG-4 AVC 標準によってビデオ符号化を行うことができるビデオ符号化器を示すブロック図である。

【図 2】MPEG-4 AVC 標準によってビデオ復号化を行うことができるビデオ復号化器を示すブロック図である。

【図 3】本願の原理の実施例による、本願の原理に使用されるために修正及び／又は拡張された、MPEG-4 AVC 標準によるビデオ符号化を行うことができるビデオ符号化器を示すブロック図である。

【図 4】本願の原理の実施例による、本願の原理に使用されるために修正及び／又は拡張された、MPEG-4 AVC 標準によるビデオ復号化を行うことができるビデオ復号化器を示すブロック図である。

【図 5 A】本願の原理の実施例による、符号化されている現在の 4×4 イントラ・ブロック、及び予測精緻化の参照として使用される適切な因果的近傍を示す図である。

【図 5 B】本願の原理の実施例による、符号化されている現在の 4×4 イントラ・ブロック、及び予測精緻化の参照として使用される適切な非因果的近傍を示す図である。

【図 6】本願の原理の実施例による、予測精緻化を使用して画像データを符号化する方法を示すフロー図である。

【図 7】本願の原理の実施例による、予測精緻化を使用して画像データを復号化する方法を示すフロー図である。

【図 8】本願の原理の実施例による、精緻化を予測に設けるための例示的な装置を示すブロック図である。

【図 9】本願の原理の実施例による、精緻化された予測を生成するための例示的な方法を示すフロー図である。

【図 10】本願の原理の実施例による、精緻化されているマクロブロック内の同心画像層組を例示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

本発明の前述及び他の局面、構成及び利点は、添付図面とともに読まれる例示的な実施例の以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【0029】

本願の原理は、以下の例示的な図により、更に詳細に理解することができる。

【実施例】

【0030】

本願の原理は、予測データ精緻化を使用してビデオを符号化する方法及び装置に関する。

【0031】

本明細書及び特許請求の範囲は、本願の原理を示す。よって、本明細書及び特許請求の範囲に明示的に説明し、又は示している訳でないが、本願の原理を実施し、その趣旨及び範囲内に含まれる種々の配置を当業者が考え出すことができるであろう。

【0032】

本明細書及び特許請求の範囲記載の例及び条件付文言は全て、本願の原理、及び当該技術分野を発展させるために本願の発明者が貢献する概念の、読者の理解を支援するための教示の目的を意図しており、前述の、特記した例及び条件への限定なしであると解釈するものとする。

【0033】

更に、本願の原理、局面、及び実施例、並びにそれらの特定例を記載した、本明細書及び特許請求の範囲の記載は全て、その構造的均等物及び機能的均等物を包含することを意図している。更に、前述の均等物は、現在知られている均等物、及び将来に開発される均等物（すなわち、構造にかかわらず、同じ機能を行う、開発された何れかの構成要素）をともに含むことが意図されている。

【0034】

よって、例えば、本明細書及び特許請求の範囲に提示されたブロック図が、本願の原理を実施する例証的な回路の概念図を表すことは当業者によって認識されるであろう。同様に、フローチャート、フロー図、状態遷移図、擬似コード等は何れも、コンピュータ読み取り可能な媒体において実質的に表し、コンピュータ又はプロセッサにより、前述のコンピュータ又はプロセッサが明記されているかにかかわらず、実行し得る種々の処理を表す。

【0035】

図に示す種々の構成要素の機能は、専用ハードウェア、及び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ができるハードウェアの使用によって備えることができる。プロセッサによって提供される場合、機能は、単一の専用プロセッサによって提供されるか、単一の共有プロセッサによって提供されるか、又は、複数の個々のプロセッサ（この一部は共有であり得る）によって提供され得る。更に、「プロセッサ」又は「コントローラ」の語を明示的に使用していることは、ソフトウェアを実行することができるハードウェアを専ら表すものと解するべきでなく、暗黙的には、無制限に、デジタル信号プロセッサ（「DSP」）ハードウェア、ソフトウェアを記憶するための読み取り専用メモリ（「ROM」）、ランダム・アクセス・メモリ（「RAM」）及び不揮発性記憶装置を含み得る。

【0036】

他のハードウェア（汎用及び／又はカスタム）も含まれ得る。同様に、図に示すスイッチは何れも概念のみである。その機能は、プログラム・ロジックの動作により、専用ロジックにより、プログラム制御及び専用ロジックの相互作用により、又は手作業によって行うことができ、特定の手法は、コンテキストから更に具体的に分かるように実現者によって選択可能である。

【0037】

本願の特許請求の範囲では、特定の機能を行う手段として表される構成要素は何れも、その機能を行う何れの手段（例えば、a）その機能を行う回路構成要素の組合せや、b）機能を行うためにそのソフトウェアを実行する適切な回路と組み合わせた、ファームウェア、マイクロコード等を含む、何れかの形態のソフトウェア）も包含することが意図される。前述の特許請求の範囲で規定された本願の原理は、記載された種々の手段によって提供される機能が、請求項が要求するやり方で組合せられ、集約されるということに存在する。よって、前述の機能を提供することが可能な手段は何れも、本願の明細書及び特許請求の範囲記載のものと均等であるとみなされる。

【0038】

本願明細書における、本願の原理の「one embodiment」又は「an embodiment」への言及は、本願の実施例に関して説明した特定の構成、構造又は特性等が本願の原理の少なくとも一実施例に含まれていることを意味している。よって、本明細書全体の種々の箇所に記載された「in one embodiment」又は「in an embodiment」の句は、必ずしも、同じ実施例を全て表している訳でない。

【0039】

本明細書及び特許請求の範囲では、「高位構文」は、階層的にマクロブロック層の上の、ビットストリーム内に存在している構文を表す。例えば、本明細書及び特許請求の範囲記載の高位構文は、スライス・ヘッダ・レベル、付加拡張情報（SEI）レベル、ピクチャ・パラメータ組レベル、シーケンス・パラメータ組レベル、及びNAL装置ヘッダ・レベルを表し得るが、それらに限定されない。

【0040】

「画像データ」という句は、静止画像及び動画像（すなわち、動きを含む画像の系列）の何れかに対応するデータを表すことを意図している。

【0041】

「インペインティング」という語は、画像内で部分的又は完全に欠けているデータ及び

10

20

30

40

50

／又はデータ成分を、近傍の利用可能データを使用して、推定し、補間し、かつ／又は予測する手法を表す。

【0042】

「希薄性ベースのインペインティング」という句は、希薄性ベースの原理を使用して、画像内で部分的又は全体的に欠けているデータ及び／データ成分を推定、補間及び／又は予測する「インペインティング」手法の特定の実施例を表す。

【0043】

「因果的データ近傍」及び「非因果的データ近傍」の句はそれぞれ、通常の走査順序（例えば、MPEG-4 AVC標準におけるラスタ走査及び／又はジグザグ走査）によってピクチャ内の先行処理データを含むデータ近傍、及び、通常の走査順序（例えば、H. 264 / AVCにおけるジグザグ走査及び／又はラスタ走査）による現行データに対して後方位置に配置された領域から進む少なくとも特定のデータを含むデータ近傍を表す。因果的走査順序の例を図5Aに関して示す。非因果的走査順序の例を図5Bに関して示す。

【0044】

「及び／又は」の語を使用していること、例えば、「A及び／又はB」の場合は、最初に挙げられた選択肢（A）の選択、第2に挙げられた選択肢（B）の選択、又は両方の選択肢（A及びB）の選択を包含することが意図されている。更なる例として、「A、B、及び／又はC」の場合、前述の句は、第1に挙げられた選択肢（A）の選択、第2に挙げられた選択肢（B）の選択、第3に挙げられた選択肢（C）の選択、第1に挙げられた選択肢及び第2に挙げられた選択肢（A及びB）の選択、第1に挙げられた選択肢及び第3に挙げられた選択肢（A及びC）の選択、第2に挙げられた選択肢及び第3に挙げられた選択肢（B及びC）の選択、又は、3つの選択肢（A、B及びC）全ての選択を包含することを意図している。当該技術分野及び関連技術分野において通常の知識を有する者が容易に分かるように、このことは、挙げられたいくつもの項目について拡張することができる。

【0045】

更に、本願の原理の1つ又は複数の実施例は本明細書及び特許請求の範囲においてMPEG-4 AVC標準に関して説明しているが、本願の原理は単にこの標準に限定されず、よって、本願の原理の趣旨を維持しながら、他のビデオ符号化の標準、勧告、及びその拡張（MPEG-4 AVC標準のマルチビュー拡張（及び非マルチビュー拡張）などの拡張を含む）に関して利用することができる。

【0046】

更に、本願の原理は、これらに限定されないが、予測ビデオ符号化、マルチビュー・ビデオ符号化、スケーラブル・ビデオ符号化等を含む予測を使用する何れかのビデオ符号化ストラテジに関して使用することができる。

【0047】

図3を参照すれば、本願の原理に使用するために修正及び／又は拡張された、MPEG-4 AVC標準によってビデオ符号化を行うことができるビデオ符号化器は全体を参照符号300で示す。

【0048】

ビデオ符号化器300は、合成器385の非反転入力と信号通信する出力を有するフレーム配列バッファ310を含む。合成器385の出力は、変換器及び量子化器325の第1の入力と信号通信で接続される。変換器及び量子化器325の出力は、エントロピ符号化器345の第1の入力、並びに、逆変換器及び逆量子化器350の第1の入力と信号通信で接続される。エントロピ符号化器345の出力は、合成器390の第1の非反転入力と信号通信で接続される。合成器390の出力は、出力バッファ335の第1の入力と信号通信で接続される。

【0049】

符号化器コントローラ305の第1の出力は、フレーム配列バッファ310の第2の入力、逆変換器及び逆量子化器350の第2の入力、ピクチャタイプ決定モジュール315

10

20

30

40

50

の入力、マクロブロックタイプ（MBタイプ）決定モジュール320の入力、イントラ予測モジュール360の第2の入力、デブロッキング・フィルタ365の第2の入力、動き補償器370の第1の入力、動き推定器375の第1の入力、参照ピクチャ・バッファ380の第2の入力、及び予測精緻化フィルタ333の第1の入力と信号通信で接続される。

【0050】

符号化器コントローラ305の第2の出力は、付加拡張情報（SEI）挿入器330の第1の入力、変換器及び量子化器325の第2の入力、エントロピ符号化器345の第2の入力、出力バッファ335の第2の入力、並びに、系列パラメータ組（SPS）及びピクチャ・パラメータ組（PPS）挿入器340の入力と信号通信で接続される。

10

【0051】

ピクチャタイプ決定モジュール315の第1の出力は、フレーム配列バッファ310の第3の入力と信号通信で接続される。ピクチャタイプ決定モジュール315の第2の出力は、マクロブロックタイプ決定モジュール320の第2の入力と信号通信で接続される。

【0052】

系列パラメータ組（SPS）及びピクチャ・パラメータ組（PPS）挿入器340の出力は、合成器390の第3の非反転入力と信号通信で接続される。

【0053】

逆量子化器及び逆変換器350の出力は、合成器319の第1の非反転入力と信号通信で接続される。合成器319の出力は、イントラ予測モジュール360、デブロッキング・フィルタ365の第1の入力、及び予測精緻化フィルタ333の第2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365の出力は参照ピクチャ・バッファ380の第1の入力と信号通信で接続される。参照ピクチャ・バッファ380の出力は、動き推定器375の第2の入力及び動き補償器370の第3の入力と信号通信で接続される。動き推定器375の第1の出力は、動き補償器370の第2の入力と信号通信で接続される。動き推定器375の第2の出力は、エントロピ符号化器345の第3の入力と信号通信で接続される。

20

【0054】

動き補償器370の出力はスイッチ397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360の出力はスイッチ397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決定モジュール320の出力はスイッチ397の第3の入力と信号通信で接続される。スイッチ397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370又はイントラ予測モジュール360によって供給されるか否かを判定する。スイッチ397の出力は、予測精緻化フィルタ333の第3の入力と信号通信で接続される。予測精緻化フィルタ333の第1の出力は、合成器319の第2の非反転入力と信号通信で接続される。予測精緻化フィルタ333の第2の出力は合成器385の反転入力と信号通信で接続される。

30

【0055】

フレーム配列バッファ310及び符号化器コントローラ305の入力は、入力ピクチャ301を受信するために、符号化器300の入力として利用可能である。更に、付加拡張情報（SEI）挿入器330の入力は、メタデータを受信するために、符号化器300の入力として利用可能である。出力バッファ335の出力は、ビットストリームを出力するために、符号化器300の出力として利用可能である。

40

【0056】

図4に移れば、本願の原理に使用するために修正及び／拡張された、MPEG-4 AVC標準によるビデオ復号化を行うことができるビデオ復号化器は全体を参照符号400で示す。

【0057】

ビデオ復号化器400は、エントロピ復号化器445の第1の入力と信号通信で接続された出力を有する入力バッファ410を含む。エントロピ復号化器445の第1の出力は

50

、逆変換器及び逆量子化器４５０の第１の入力と信号通信で接続される。逆変換器及び逆量子化器４５０の出力は合成器４２５の第２の非反転入力と信号通信で接続される。合成器４２５の出力は、デブロッキング・フィルタ４６５の第２の入力、イントラ予測モジュール４６０の第１の入力、及び予測精緻化フィルタ４３３の第３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４６５の第２の出力は、参照ピクチャ・バッファ４８０の第１の入力と信号通信で接続される。参照ピクチャ・バッファ４８０の出力は、動き補償器４７０の第２の入力と信号通信で接続される。

【００５８】

エントロピ復号化器４４５の第２の出力は、動き補償器４７０の第３の入力、デブロッキング・フィルタ４６５の第１の入力、及び予測精緻化フィルタ４３３の第４の入力と信号通信で接続される。エントロピ復号化器４４５の第３の出力は復号化器コントローラ４０５の入力と信号通信で接続される。復号化器コントローラ４０５の第１の出力はエントロピ復号化器４４５の第２の入力と信号通信で接続される。復号化器コントローラ４０５の第２の出力は、逆変換器及び逆量子化器４５０の第２の入力と信号通信で接続される。復号化器コントローラ４０５の第３の出力はデブロッキング・フィルタ４６５の第３の入力と信号通信で接続される。復号化器コントローラ４０５の第４の出力は、イントラ予測モジュール４６０の第２の入力、動き補償器４７０の第１の入力、参照ピクチャ・バッファ４８０の第２の入力、並びに、予測精緻化フィルタ４３３の第１の入力と信号通信で接続される。

【００５９】

動き補償器４７０の出力は、スイッチ４９７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４６０の出力は、スイッチ４９７の第２の入力と信号通信で接続される。スイッチ４９７の出力は、予測精緻化フィルタ４３３の第２の入力と信号通信で接続される。予測精緻化フィルタ４３３の出力は、合成器４２５の第１の非反転入力と信号通信で接続される。

【００６０】

入力バッファ４１０の入力は、入力ビットストリームを受信するために、復号化器４００の入力として利用可能である。デブロッキング・フィルタ４６５の第１の出力は、出力ピクチャを出力するために、復号化器４００の出力として利用可能である。

【００６１】

前述の通り、本願の原理は、予測データ精緻化を使用してビデオを符号化する方法及び装置に関する。

【００６２】

一実施例では、適合フィルタが、予測ビデオ符号化及び／又は復号化に使用される。適合フィルタは、予測データを拡充し、かつ／又は他のやり方で精緻化するために、符号化ループ及び／又は復号化ループにおいて実現することができる。一実施例では、予測段階後、かつ誤り残差の生成の前に適合フィルタを施す。

【００６３】

一実施例では、予測段階で生成されたデータをフィルタするために、希薄性ベースのインペインティング手法を使用することができる。考えられる予測モードのうちの何れかが、（例えば、所定の基準に対して）十分に正確な予測を生成した場合、本願の原理の実施例により、選択された予測に施され、既に復号化されたデータを使用したフィルタは、より小さな残差誤差がもたらされるように予測データを精緻化し、よって、場合によっては、残差符号化に必要な情報の量を削減し、かつ／又は、予測データの忠実度を増加させることが可能である。

【００６４】

従来技術のビデオ符号化では、ビデオ符号化器／復号化器のパラダイムのモード選択及び予測段階中に予測されたデータは、予測残差の生成において直接使用される。更に、欠けている画像領域の再生（例えば、インペインティング）における従来技術は、特定の雑音除去手法を前述の目的で使用する事が可能である。その代わりに、本願の原理の実施

例では、部分的に欠けているデータの再生のための雑音除去ベースの手法であり得る予測残差の生成に先行して、更に精緻化するために予測データに対してフィルタを使用することを提案する。一実施例では、提案された手法を使用して、予測モードから得られた予測を拡張／精緻化することが可能である。一実施例では、予測後（、及び残差誤差が生成される前）、精緻化フィルタの使用が、ビデオ符号化アルゴリズムに提案されている。

【0065】

本願の原理は、（例えば、近傍のブロック、フレーム、及び／又はピクチャからの、）受信器において利用可能な復号化データを使用して、残差誤差がもたらされる前に予測データを精緻化することが可能である。

【0066】

イントラ予測精緻化

イントラ予測に関する実施例（以降「イントラ予測の実施例」）を次いで説明する。イントラ予測の実施例を本明細書及び特許請求の範囲において例証の目的で記載するものとし、よって、本明細書及び特許請求の範囲記載の本願の原理の教示があれば、当該及び関連の技術分野において通常の知識を有する者は、本願の原理の趣旨を維持しながら、イントラ予測に対する本願の原理の種々の修正及び変形を考え出すであろう。

【0067】

イントラ予測について提案された手法には、既存のイントラ符号化モードの予測精度を向上させるループ内イントラ符号化精緻化処理が関係する。通常、固有に低域通過処理である標準的なイントラ符号化手法は一般に、高周波コンテンツを効果的に予測することができない。一実施例では、周囲ブロック上のサンプルを考慮に入れて、標準的なイントラ予測を介して得られた既存の予測を精緻化する。例えばMPEG-4 AVC標準において使用されるような伝統的なイントラ予測では、近傍ブロックからの画素の第1層のみを使用して、現在のブロック内の画素予測値を計算する。これは、近傍ブロック内の信号の構造又はテクスチャについての情報が予測に何ら利用可能でないことを示唆している。よって、例えば、前述の近傍情報又は考えられる輝度勾配から現在のブロックの考えられるテクスチャを予測することは可能でない。一実施例では、MPEG-4 AVC標準に対応する予測に係わる画素数よりも多い数の画素を、周囲（すなわち、近傍）ブロックから使用する。例えば、テクスチャに関する情報を考慮に入れることができるので、これにより、現在のブロックにおける予測に対する改良が可能になる。その結果、提案されたイントラ予測精緻化手順は、現在のブロックにおける高周波コンテンツ又は構造化コンテンツの予測を拡張することができる。

【0068】

新たなイントラ予測精緻化手法には、予測モード選択処理と、残差誤差の計算との間の精緻化工程が挿入される。イントラ予測マクロブロックに対しては、本願の原理の実施例には以下の工程が関係し得る。

【0069】

（1）利用可能なイントラ予測モード（例えば、 4×4 、 8×8 、 16×16 ）全てを使用してイントラ予測を行い、最善のイントラ予測モードを（例えば、レート歪みの意味合いで）選択する。

【0070】

（2）予測結果を使用して予測精緻化アルゴリズムを初期化する。

【0071】

（3）予測精緻化アルゴリズムを施す。

（4）精緻化処理が現在のブロックの予測を（例えば、レート歪みの意味合いで）向上させたか否かを判定する。

【0072】

（5）向上があった場合、精緻化アルゴリズムの出力において得られる予測が、そのモード及びブロックのMPEG-4 AVC標準からの「伝統的な」イントラ予測の代わりに使用される。

10

20

30

40

50

【0073】

イントラ予測精緻化処理に関する必要情報は、例えば、サブマクロブロック、マクロブロック、又はより高い構文レベルにおいて埋め込むことが可能な構文を使用して復号化器に送信することが可能である。

【0074】

上記方法に対する拡張として、近傍復号化データの利用可能性に対する精緻化を適合させる。例えば、MPEG-4 AVC標準に関する実施例では、復号化された近傍の因果的特性を考慮に入れる。例えば、 4×4 予測モードの場合、現在のブロックの予測を精緻化するために使用される近傍は、現在のブロックを取り囲む因果的近傍である（図5B参照）。

10

【0075】

図5Bに移れば、符号化されている現在の 4×4 イントラ・ブロック、及びインペインティングの適切な近傍の図は全体を参照符号500で示す。特に、現在の 4×4 ブロックは参照符号510で示し、適切な近傍ブロックは参照符号520で示し、適切でない近傍ブロックは参照符号530で示す。

【0076】

予測精緻化手法は、以下を含めるよう表すことができる。

【0077】

予測精緻化手法には、開始閾値 T_0 を求め、かつ／又は導き出すことが関係する。これは、周囲の復号化データ及び／又は画素近傍の特定の統計に基づき、かつ／又は、符号化処理中に使用される符号化品質又は量子化ステップに基づいて暗黙的に導き出すことが可能である。更に、開始閾値は、構文レベルを使用して復号化器に明示的に送信することができる。実際に、マクロブロック・レベル又は高位構文を使用して前述の情報を配置することができる。

20

【0078】

予測精緻化手法には、精緻化特性の最大化のために全ブロックに対して行う対象の反復の最大数及び／又は最終閾値 T_f を求めることも関係する。反復の最大数及び／又は閾値は、周囲復号化近傍の特定の統計に基づいて、かつ／又は、符号化手順中に使用される量子化ステップ又は符号化品質に基づいて導き出すことができる。最終閾値は、例えば、高位構文を使用して復号化器に送信することができる。高位構文は例えば、マクロブロック、スライス、ピクチャ、及び／又は系列レベルにおいて配置することができる。

30

【0079】

予測精緻化イネーブルされたビデオ符号化器及び／又は復号化器の一実施例では、雑音除去アルゴリズムを使用して予測精緻化を行うことが可能である。予測精緻化フィルタの特定の実施例には以下の工程が関係する。

【0080】

- 1) $T = T_0$
- 2) 現在のブロックをL個の層に分解する。

【0081】

- 3) 層の画素を、現在のブロックのイントラ予測値で初期化する。

40

【0082】

- 4) $T > T_f$ であり、かつ／又は、行われる反復の数 $<$ 最大値である間、

- a) $i = 1, \dots, L$ (Lが最も内側の層である) で、

i . 0%でないが、50%以下だけ、層1, ..., Lと重なる離散コサイン変換(DCT)ブロック全てを見つける。

【0083】

- i i. 閾値Tを使用して係数をハード閾値化する

i i i. 層の適切な部分に重なる過剰完全逆変換を平均化することにより、層i内の画素を逆変換し、更新する。

【0084】

50

b) $T = T - \Delta T$

この特定の実施例は、特性において反復的である。しかし、本願の原理の他の実施例は、単一の反復で実行するよう実現することができる。

【0085】

よって、一実施例では、画像インペインティング手法が、ビデオ圧縮アプリケーションのループ内精緻化コンポーネントとしての使用に提案されている。一実施例では、予測後（及び、残差誤差の生成前）の精緻化工程が、拡張符号化特性について提案されている。一実施例では、雑音除去ベースのインペインティング手法の使用が、前述の予測精緻化に提案されている。

【0086】

10

インター予測精緻化

本明細書及び特許請求の範囲記載の本願の原理の教示があれば、上記イントラ予測精緻化手法は、本願の原理の趣旨を維持しながら、当該及び関連の技術分野において通常の知識を有する者により、インター予測精緻化における使用に容易に拡張される。更に、動き補償モード及び／又は動き補償データ（動きベクトル、参照フレーム）、並びに近傍ブロックとのそれらの関係に応じて、動き補償予測モード及び／又は動き補償（MC）予測データに応じた精緻化処理の調節（例えば、閾値適合、及び／又は反復数の設定、及び／又は精緻化イネーブル）が関係し得る。

【0087】

20

一実施例では、精緻化工程は、マクロブロック全てが第1の符号化処理に従った後に、選択されたブロック又はマクロブロックに対する第2のパスの精緻化工程としてのインター・データに施すことが可能である。これは、インター・フレームが符号化される場合に考慮に入れることが可能である。一実施例では、第2の符号化パス中に、選択されたブロック、マクロブロック及び／又は領域は、非因果的データ近傍を使用して予測精緻化の更なる工程を使用することが可能である（図5A参照）。図5Bに移れば、符号化された現在の 4×4 イントラ・ブロック、及びインペインティングに適切な非因果的近傍は全体を参照符号550で示す。特に、現在の 4×4 ブロックは参照符号560で示し、適切な近傍ブロックは参照符号570で示す。

【0088】

30

精緻化工程は、ピクチャの何れかの領域の形状若しくは寸法、例えば、サブブロック、マクロブロックに、又はサブブロック及び／若しくはマクロブロックの和集合を含む復号領域に施すことが可能である。次いで、予測についての更なる精緻化工程を考慮に入れ、符号化する対象の最終残差誤差が生成される。

【0089】

本願の原理の実施例による例示的なマクロブロック・ヘッダを表1に示す。

【0090】

【表 1】

macroblock_layer() {	C	記述子
...		
mb_type	2	ue(v) ae(v)
...		
prediction_refinement_flag		u(1)
if(prediction_refinement_flag && mb_type==Intra4x4){		
4x4subblock_level_adaptation_flag		u(1)
if(4x4subblock_level_adaptation_flag){		
for (i=1; i<total_subblocks; i++){		
4x4subblock_adaptation_flag[i]		u(1)
}		
}		
}		
...		

10

20

30

40

50

図 6 を参照すれば、予測精緻化を使用して画像データを符号化する方法は全体を参照符号 600 で示す。図 6 の特定例では、予測精緻化の使用の有無についてのマクロブロック単位の適合度のみが、話を単純にする目的で考慮に入れられる。

【0091】

方法 600 は、開始ブロック 605 を含む。開始ブロック 605 は、制御を機能ブロック 610 に渡す。機能ブロック 610 は、イントラ予測を行い、最善のイントラ予測モードを選択し、歪みの尺度を `D_intra` として記録し、制御を機能ブロック 615 に渡す。機能ブロック 615 は、イントラ予測データに対して予測精緻化を行い、歪みの尺度を `D_refinement` として記録し、制御を決定ブロック 620 に渡す。決定ブロック 620 は、`D_refinement` + イントラ・モードの符号化コストの尺度 (`intra_cost`) 及び精緻化選択コスト (`refinement_cost`) の和が、`D_intra` + イントラ・モードの符号化コストの尺度 (`intra_cost`) よりも少ないか否かを判定する。肯定の場合、制御は機能ブロック 625 に渡される。さもなければ、制御は機能ブロック 630 に渡される。

【0092】

機能ブロック 625 は、`prediction_refinement_flag` を 1 に等しくセットし、制御を機能ブロック 635 に渡す。

【0093】

機能ブロック 630 は、`prediction_refinement_flag` を 0 に等しくセットし、制御を機能ブロック 632 に渡す。

【0094】

機能ブロック 632 は、予測の得られた精緻化を廃棄し、機能ブロック 635 に制御を渡す。

【0095】

機能ブロック 635 は、残差を計算し、現在のマクロブロックをエントロピ符号化し、終了ブロック 699 に制御を渡す。

【0096】

図 7 に移れば、予測精緻化を使用して画像データを復号化する方法は全体を参照符号 700 で示す。

【0097】

方法 700 は、開始ブロック 705 を含む。開始ブロック 705 は機能ブロック 710 に制御を渡す。機能ブロック 710 は、ビットストリームを解析し、イントラ予測モード及び `prediction_refinement_flag` を取得し（求め）、機能ブ

ロック 715 に制御を渡す。機能ブロック 715 は、イントラ予測を行い、制御を決定ブロック 720 に渡す。決定ブロック 720 は、`prediction_refinement_flag` が 1 に等しいか否かを決定する。肯定の場合、制御は機能ブロック 725 に渡される。さもなければ、制御は機能ブロック 730 に渡される。

【0098】

機能ブロック 725 は、イントラ予測データに対して予測精緻化を行い、機能ブロック 730 に制御を渡す。

【0099】

機能ブロック 730 は、残差を加え、現在のマクロブロックを再構成し、終了ブロック 799 に制御を渡す。

10

【0100】

図 8 を参照すれば、精緻化を伴って予測を提供する例示的な装置は全体を参照符号 800 で示す。装置 800 は、図 3 及び図 4 それぞれの予測精緻化フィルタ 333 及び／又は予測精緻化フィルタ 433 を含めるよう実現することができる。

【0101】

装置 800 は、予測選択器及び／又は混合器 815 の第 1 の入力と信号通信で接続された出力を有するイントラ予測モジュール 805 を含む。予測選択器及び／又は混合器 815 の出力は、精緻化算出器 820 の第 1 の入力、予測選択器及び／又は混合器 825 の第 1 の入力、初期閾値推定器 830 の第 1 の入力、及び最終閾値推定器 835 の第 1 の入力と信号通信で接続される。精緻化算出器 820 の出力は、予測選択器及び／又は混合器 825 の第 2 の入力と信号通信で接続される。

20

【0102】

インター予測モジュール 810 の出力は、予測選択器及び／又は混合器 815 の第 2 の入力と信号通信で接続される。

【0103】

初期閾値推定器 830 の出力は、精緻化算出器 820 の第 2 の入力及び反復数算出器 840 の第 1 の入力と信号通信で接続される。

【0104】

最終閾値推定器 835 の出力は、反復数算出器 840 の第 2 の入力及び精緻化算出器 820 の第 3 の入力と信号通信で接続される。

30

【0105】

反復数算出器 840 の出力は、精緻化算出器 820 の第 4 の入力と信号通信で接続される。

【0106】

イントラ予測モジュール 805 の入力、初期閾値推定器 830 の入力、及び最終閾値推定器 835 の入力は、現在のピクチャにおいて既に復号化されたデータを受信するための装置 800 の入力として利用可能である。

【0107】

イントラ予測モジュール 810 の入力、初期閾値推定器 830 の第 2 の入力、及び最終閾値推定器 835 の第 2 の入力は、既に復号化されたピクチャを受信するために、装置 800 の入力として利用可能である。

40

【0108】

初期閾値推定器 830 の第 4 の入力、最終閾値推定器 835 の第 4 の入力、及び反復数算出器 840 の第 3 の入力は、制御パラメータを受信するために、装置 800 の入力として利用可能である。

【0109】

予測選択器及び／又は混合器 825 の出力は、精緻化予測を出力するために、装置 800 の出力として利用可能である。

【0110】

精緻化算出器 820、初期閾値推定器 830、最終閾値推定器 835、反復数算出器 8

50

40、並びに予測選択器及び／又は混合器825は、精緻化モジュール877の一部である。精緻化モジュール877は同様に、装置800の一部である。

【0111】

図9に移れば、精緻化された予測を生成する例示的な方法は全体を参照符号900で示す。方法900は、機能ブロック910で表す予測部分及びブロック915乃至970で表す精緻化部分を含むものとみなし得る。精緻化部分は、参照符号966でも示す。

【0112】

方法900は開始ブロック905を含む。開始ブロック905は機能ブロック910に制御を渡す。機能ブロック910は、例えば、MPEG-4 AVC標準に基づいて予測工程を行い、決定ブロック915に制御を渡す。決定ブロック915は、予測に精緻化を使用するか否かを判定する。肯定の場合、制御は機能ブロック920に渡される。さもなければ、制御は終了ブロック999に渡される。

【0113】

機能ブロック920は、画素層上の現在の予測ブロックの分解を行い、制御をループ限度ブロック925に渡す。ループ限度ブロック925は、現在のブロックの各層Iにわたるループを行い、機能ブロック930に制御を渡す。機能ブロック930は、閾値TをT_{start}に等しくセットし、ループ限度ブロック935に制御を渡す。ループ限度ブロック935は、反復毎にループを行い、制御を機能ブロック940に渡す。機能ブロック940は、既に復号化された空間近傍との（本明細書及び特許請求の範囲に記載したような）好適な重なりを伴う変換の変換係数を生成し、制御を機能ブロック945に渡す。機能ブロック945は、係数に対して閾値化処理を行い（例えば、特定の閾値を上回る振幅を有する係数を維持し、前述の閾値を下回る係数を0にセットし）、制御を機能ブロック950に渡す。機能ブロック950は、既に復号化された空間近傍との好適な重なりを伴った変換の閾値化係数を逆変換し、制御を機能ブロック955に渡す。機能ブロック955は、閾値化処理が復号化画素に影響を及ぼさないように復号化画素を回復し、制御を機能ブロック960に渡す。機能ブロック960は閾値Tを低減させ、制御をループ限度ブロック965に渡す。ループ限度ブロック965は、反復毎にループを終え、ループ限度ブロック970に制御を渡す。ループ限度ブロック970は、現在の予測ブロックの各層iにわたるループを終え、制御を終了ブロック999に渡す。

【0114】

図10に移れば、精緻化されているマクロブロック内の同心画素層組の例示は全体を参照符号1000で示す。マクロブロック1010は、マクロブロックの非因果的近傍1020を有する。

【0115】

次いで、一部は上述した、本発明に伴う多くの利点／特徴の一部を説明する。例えば、一利点／特徴は、ピクチャの画像領域を符号化する符号化器を有する装置である。符号化器は、画像領域のイントラ予測及びインター予測の少なくとも一方を精緻化するための予測精緻化フィルタを有する。予測精緻化フィルタは、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも一方を使用して画像領域のインター予測を精緻化し、先行復号化データ及び先行符号化データは、画像領域に対する近傍領域内の画素値に対応する。

【0116】

別の利点／特徴は、上記予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、画像領域は、ブロック、マクロブロック、ブロックの和集合、及びマクロブロックの和集合のうちの少なくとも1つである装置である。

【0117】

更に別の利点／特徴は、上記予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、予測精緻化フィルタは、線形タイプ及び非線形タイプの何れか一方である装置である。

【0118】

更に別の利点／特徴は、上記予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であっ

10

20

30

40

50

て、画像領域は、同一又は類似のシーンのマルチビュー・ビデオ・コンテンツ、単一ビュー・ビデオ・コンテンツ、及び、同一のシーンのスケーラブル層組からのスケーラブル層の何れかに対応する装置である。

【0119】

更に、別の利点／特徴は、上記予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、予測精緻化フィルタが、反復雑音低減手法及び非反復雑音低減手法に対して施される装置である。

【0120】

更に、別の利点／特徴は、上記予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、予測精緻化フィルタが、反復欠落データ推定手法及び非反復欠落データ推定手法に対して施される装置である。

10

【0121】

更に、別の利点／特徴は、上記予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、予測精緻化フィルタは、画像領域及び近傍領域の少なくとも一方に対応するデータ特性及びデータ統計の少なくとも一方に応じて適応的にイネーブル又はディセーブルされる装置である。

【0122】

更に、別の利点／特徴は、上記のように適合的にイネーブル又はディセーブルされた予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、データ特性及びデータ統計の少なくとも一方は、符号化モード、動きデータ及び残差データのうちの少なくとも1つを含む装置である。

20

【0123】

更に、別の利点／特徴は、上記のように適合的にイネーブル又はディセーブルされる予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、予測精緻化フィルタのイネーブル情報又はディセーブル情報は、歪みの尺度、及び符号化コストの尺度の少なくとも一方が最小にされるように求められる装置である。

【0124】

更に、別の利点／特徴は、上記のように適合的にイネーブル又はディセーブルされる予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、予測精緻化フィルタのイネーブル情報又はディセーブル情報は、サブブロック・レベル構文要素、ブロック・レベル構文要素、マクロブロック・レベル構文要素、及び高位構文要素のうちの少なくとも1つを使用して通知される装置である。

30

【0125】

更に、別の利点／特徴は、予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、予測精緻化フィルタのイネーブル情報又はディセーブル情報は、上記のようなサブブロック・レベル構文要素、ブロック・レベル構文要素、マクロブロック・レベル構文要素、及び高位構文要素のうちの少なくとも1つを使用して通知され、少なくとも1つの高位構文要素は、スライス・ヘッダ・レベル、付加拡張情報（SEI）レベル、ピクチャ・パラメータ組レベル、系列パラメータ組レベル、及びネットワーク抽象化層ユニット・ヘッダ・レベルのうちの少なくとも1つにおいて配置される装置である。

40

【0126】

更に、別の利点／特徴は、上記のような予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、符号化器は、画像ブロックに対応する予測精緻化フィルタのパラメータを適合的に示すための補助情報を送信し、補助情報は、サブマクロブロック・レベル、マクロブロック・レベル、スライス・レベル、ピクチャ・レベル及び系列レベルのうちの少なくとも1つにおいて送信される装置である。

【0127】

更に、別の利点／特徴は、予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、符号化器は上記補助情報を送信し、予測精緻化フィルタのパラメータは、画像領域及び近傍領域の少なくとも一方に対応するデータ特性及びデータ統計の少なくとも一方に少な

50

くとも部分的に基づいて適合的に示される装置である。

【0128】

更に、別の利点／特徴は、予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、予測精緻化フィルタのパラメータは、上記のように適合的に示され、データ特性及びデータ統計の少なくとも一方は、符号化モード、動きデータ、再構成データ、及び残差データのうちの少なくとも1つを含む装置である。

【0129】

更に、別の利点／特徴は、上記予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、予測精緻化フィルタは、ピクチャの第1パス符号化において施されることなく、ピクチャの第2パス符号化において選択的に施される装置である。

10

【0130】

更に、別の利点／特徴は、上記のような予測精緻化フィルタを備えた符号化器を有する装置であって、予測精緻化フィルタは、先行復号化データ及び先行符号化データの少なくとも一方を使用して画像領域のイントラ予測を精緻化し、先行復号化データ及び先行符号化データは、画像領域に対して近傍領域における画素値に対応する装置である。

【0131】

本願の原理の前述並びに他の特徴及び利点は、本明細書及び特許請求の範囲記載の教示に基づいて、当業者が容易に確かめることができる。本願の原理の教示は、種々の形態のハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、特殊用途向プロセッサ、又はそれらの組み合わせで実現することができる。

20

【0132】

最も好ましくは、本願の原理の教示は、ハードウェア及びソフトウェアの組合せとして実現される。更に、ソフトウェアは、プログラム記憶装置上に有形に実施されたアプリケーション・プログラムとして実現することができる。アプリケーション・プログラムは、何れかの適切なアーキテクチャを有するマシンにアップロードし、前述のマシンによって実行することができる。好ましくは、マシンは、1つ又は複数の中央処理装置（「CPU」）、ランダム・アクセス・メモリ（「RAM」）や、入出力（「I/O」）インタ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現される。コンピュータ・プラットフォームは、オペレーティング・システム及びマイクロ命令コードも含み得る。本明細書及び特許請求の範囲記載の種々の処理及び機能は、CPUによって実行することができるアプリケーション・プログラムの一部若しくはマイクロ命令コードの一部（又はそれらの組み合わせ）であり得る。更に、種々の他の周辺装置を、更なるデータ記憶装置や、印刷装置などのコンピュータ・プラットフォームに接続することができる。

30

【0133】

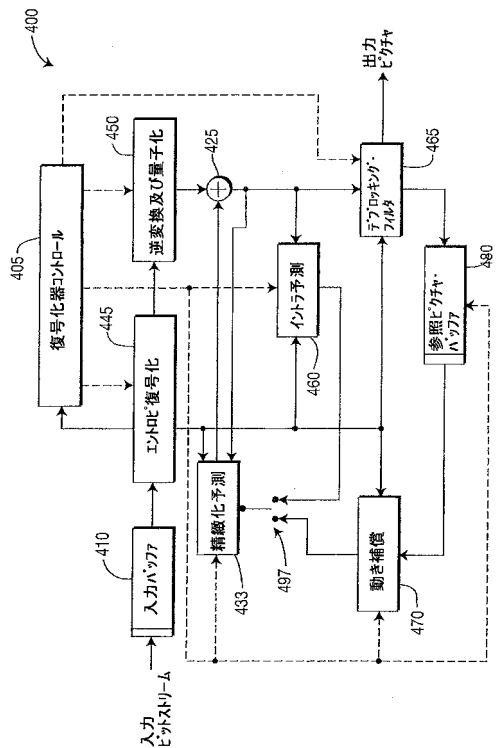
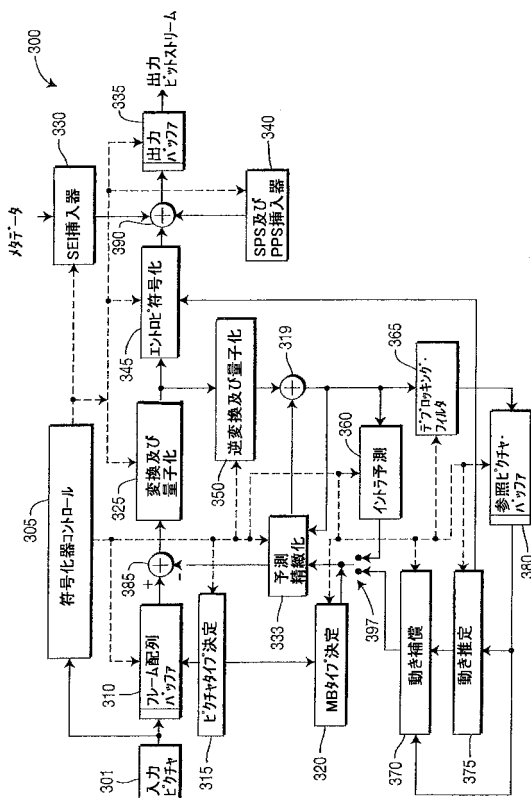
添付図面に表す構成システム部分及び方法の一部は好ましくはソフトウェアで実現されるので、システム構成部分（又は処理機能ブロック）間の実際の接続は、本願の原理がプログラムされるやり方によって変わり得る。本明細書及び特許請求の範囲記載の教示があれば、当業者は、本願の原理の前述及び同様な実現形態又は構成に想到することができるであろう。

40

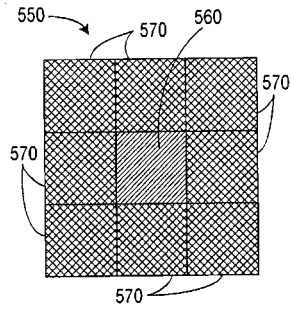
【0134】

例証的な実施例を添付図面を参照して本明細書及び特許請求の範囲において記載しているが、本願の原理は上述のまさにその実施例に限定されず、本願の原理の範囲又は趣旨から逸脱しない限り、種々の変更及び修正を当業者によって行うことができる。前述の変更及び修正は全て、特許請求の範囲記載の本願の原理の範囲内に含まれることが意図されている。

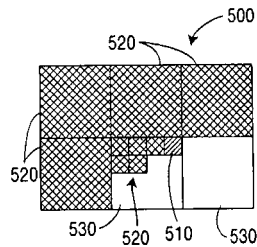
【図 4】



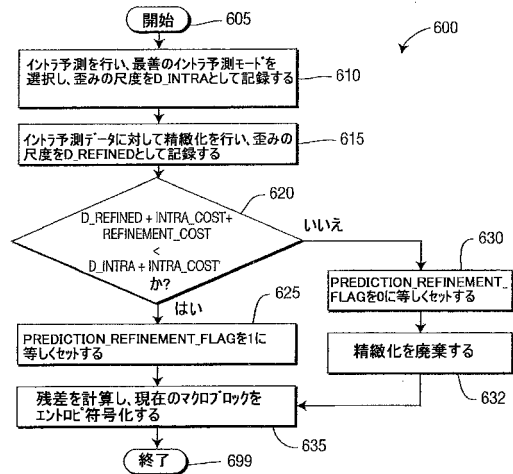
【図 5 A】



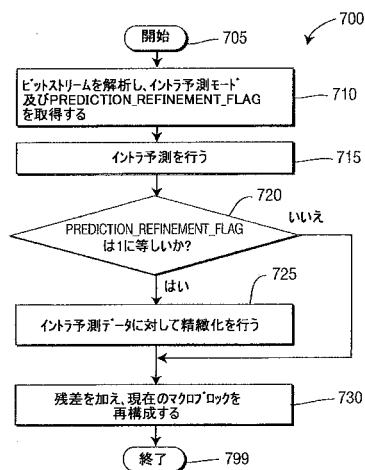
【図 5 B】



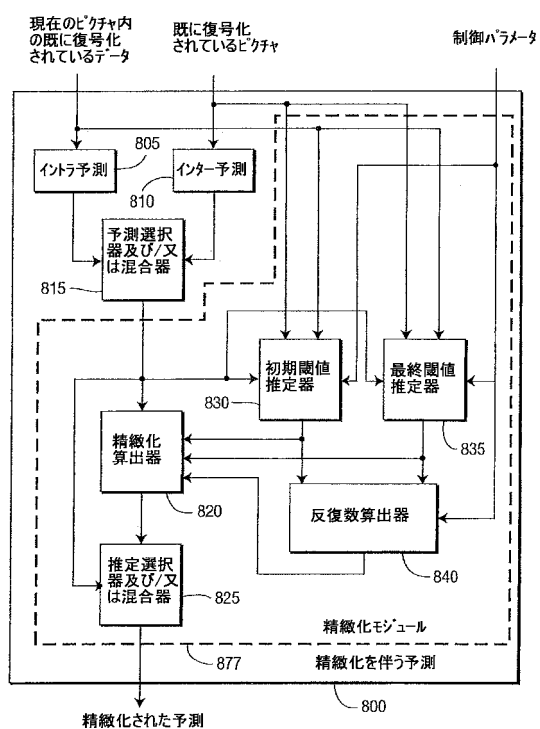
【図 6】



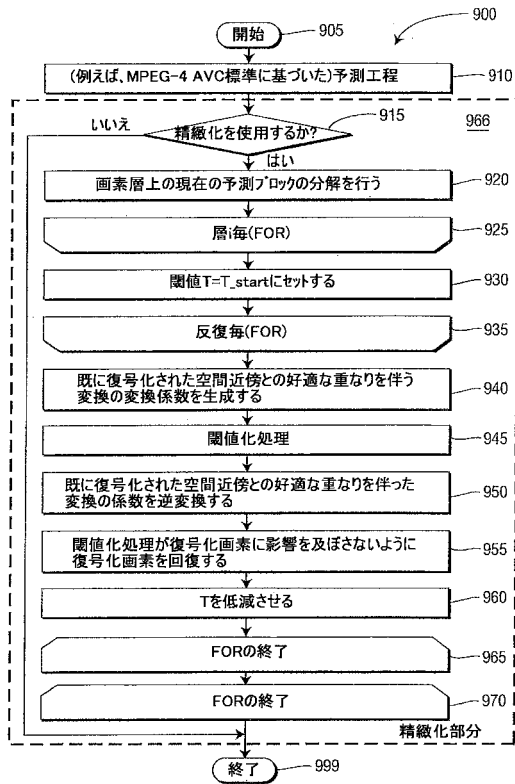
【図 7】



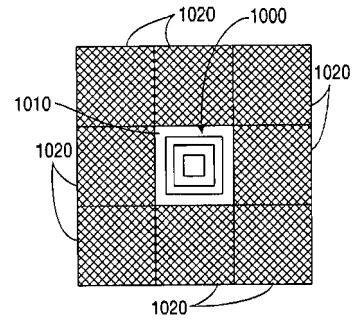
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 ハーノーイ, シャイ
アメリカ合衆国, カリフォルニア州 92037, ラ・ジョラ, ミラマー・ストリート 3843
エイ
- (72)発明者 ディヴォラ エスコーダ, オスカー
アメリカ合衆国, ニュージャージー州 08540, プリンストン, セイアー・ドライブ 120
1
- (72)発明者 ペン, イン
アメリカ合衆国, ニュージャージー州 08550, ウェスト・ウィンザー, ウォーウィック・ロ
ード 65
- (72)発明者 ゴミラ, クリスティーナ
アメリカ合衆国, ニュージャージー州 08540, プリンストン, チェスナット・コート 25
シー
- Fターム(参考) 5C159 KK03 MA04 MA05 MA21 MA31 MC11 PP03 PP04 RB09 RB13
RB14 RC12 TA69 TB04 TB08 TC02 TC03 TC08 TC12 TC18
TC24 TC42 TD07 TD10 TD12 UA02 UA05 UA16

【外国語明細書】

METHOD AND APPARATUS FOR VIDEO CODING USING PREDICTION DATA REFINEMENT

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

This application claims the benefit of U.S. Provisional Application Serial No.

60/852,529, filed October 18, 2006, which is incorporated by reference herein in its entirety. This application also claims the benefit of U.S. Provisional Application Serial No. 60/911,536, filed April 13, 2007, and which is also incorporated by reference herein in its entirety.

TECHNICAL FIELD

The present principles relate generally to video encoding and decoding and, more particularly, to methods and apparatus for video coding using prediction data refinement.

BACKGROUND ART

Video coding techniques may use prediction based coding in order to be efficient. Data at a given frame is predicted, on a block basis, from already decoded data, which can either be from other reference frames (i.e., "inter" prediction), or from the already decoded data at the same frame (i.e., "intra" prediction). The residual error, generated after prediction is subtracted from the original data, is then typically transformed, quantized, and encoded. The type of prediction used at a given spatial location of a given frame is adaptively selected such that final coding is as efficient as possible. This selection relies on the optimization of a rate-distortion measure. Indeed, the predictor leading to the lowest distortion with the lowest bitrate is typically selected among all possible prediction modes.

In some cases, the best predictor in terms of rate distortion may not give accurate predicted data, generating, then, a high amount of residual error that has to be coded. Inaccuracy may be due to the rate constraint which leads the predictor selection to a compromise between bitrate cost and distortion or simply because available prediction models aren't appropriate. Intra prediction in the International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission (ISO/IEC) Moving Picture Experts Group-4 (MPEG-4) Part 10 Advanced Video Coding (AVC) standard/International Telecommunication Union, Telecommunication Sector (ITU-T) H.264 recommendation (hereinafter the "MPEG-4 AVC standard" is an example where a low-pass operator is used to predict the data in a given block using information from its decoded neighboring blocks. However, such predictors are unable to handle high frequencies and textured data.

In some state of the art video encoders/decoders such as, for example, those in compliance with the MPEG-4 AVC Standard, prediction refinement by the use of the so-called "deblocking filter" is utilized within the coding/decoding process.

Coding inaccuracies, introduced by transform-based coding of the residual

l error, may be reduced by means of a filter that operates on reconstructed frames as a last step in the coding loop. Other in-loop filters have been proposed in order to overcome the limitations of the MPEG-4 AVC Standard deblocking filter. Typically, these filters are applied on the reconstructed pictures.

In-loop filtering after reconstruction allows for the recovery of part of the information lost during the quantization step in error residual coding. However, it is not expected to help reduce the amount of information to be encoded in the current picture, as it is applied on reconstructed images. In order to reduce the amount of information to be encoded, the prediction signal can be improved. Traditionally, this has been done by the inclusion of increasingly more sophisticated prediction modes. Algorithms for the estimation of missing data, some of which may be referred to as "inpainting" algorithms, may be based on, for example, diffusion principles and/or texture growing, or nonlinear sparse decompositions de-noising. These algorithms may try to estimate the values of missing data based on known neighboring data. Indeed, one could imagine having a missing block within a picture, and recovering the missing block by estimating the missing block from the data available in some neighboring block. These algorithms generally assume there is no knowledge about the data missing, i.e., they only rely upon the neighboring available data to estimate the missing data.

Turning to FIG. 1, a video encoder capable of performing video encoding in accordance with the MPEG-4 AVC standard is indicated generally by the reference numeral 100.

The video encoder 100 includes a frame ordering buffer 110 having an output in signal communication with a non-inverting input of a combiner 185. An output of the combiner 185 is connected in signal communication with a first input of a transformer and quantizer 125. An output of the transformer and quantizer 125 is connected in signal communication with a first input of an entropy coder 145 and a first input of an inverse transformer and inverse quantizer 150. An output of the entropy coder 145 is connected in signal communication with a first non-inverting input of a combiner 190. An output of the combiner 190 is connected in signal communication with a first input of an output buffer 135.

A first output of an encoder controller 105 is connected in signal communication with a second input of the frame ordering buffer 110, a second input of the inverse transformer and inverse quantizer 150, an input of a picture-type decision module 115, an input of a macroblock-type (MB-type) decision module 120, a second input of an intra prediction module 160, a second input of a deblocking filter 165, a first input of a motion compensator 170, a first input of a motion estimator 175, and a second input of a reference picture buffer 180.

A second output of the encoder controller 105 is connected in signal communication with a first input of a Supplemental Enhancement Information (SEI) inserter 130, a second input of the transformer and quantizer 125, a second input of the entropy coder 145, a second input of the output buffer 135, and an input of the Sequence Parameter Set

(SPS) and Picture Parameter Set (PPS) inserter 140.

A first output of the picture-type decision module 115 is connected in signal communication with a third input of a frame ordering buffer 110. A second output of the picture-type decision module 115 is connected in signal communication with a second input of a macroblock-type decision module 120.

An output of the Sequence Parameter Set (SPS) and Picture Parameter Set (PPS) inserter 140 is connected in signal communication with a third non-inverting input of the combiner 190.

An output of the inverse quantizer and inverse transformer 150 is connected in signal communication with a first non-inverting input of a combiner 119. An output of the combiner 119 is connected in signal communication with a first input of the intra prediction module 160 and a first input of the deblocking filter 165. An output of the deblocking filter 165 is connected in signal communication with a first input of a reference picture buffer 180. An output of the reference picture buffer 180 is connected in signal communication with a second input of the motion estimator 175.

A first output of the motion estimator 175 is connected in signal communication with a second input of the motion compensator 170. An output of reference picture buffer 180 is connected in signal communication with a third input of the motion compensator 170. A second output of the motion estimator 175 is connected in signal communication with a third input of the entropy coder 145.

An output of the motion compensator 170 is connected in signal communication with a first input of a switch 197. An output of the intra prediction module 160 is connected in signal communication with a second input of the switch 197. An output of the macroblock-type decision module 120 is connected in signal communication with a third input of the switch 197. The third input of the switch 197 determines whether or not the "data" input of the switch (as compared to the control input, i.e., the third input) is to be provided by the motion compensator 170 or the intra prediction module 160. The output of the switch 197 is connected in signal communication with a second non-inverting input of the combiner 119 and with an inverting input of the combiner 185.

Inputs of the frame ordering buffer 110 and the encoder controller 105 are available as input of the encoder 100, for receiving an input picture 101. Moreover, an input of the Supplemental Enhancement Information (SEI) inserter 130 is available as an input of the encoder 100, for receiving metadata. An output of the output buffer 135 is available as an output of the encoder 100, for outputting a bitstream. Turning to FIG. 2, a video decoder capable of performing video decoding in accordance with the MPEG-4 AVC standard is indicated generally by the reference numeral 200.

The video decoder 200 includes an input buffer 210 having an output connected in signal communication with a first input of the entropy decoder 245. A first output of the entropy decoder 245 is connected in signal communication with a first input of an inverse transformer a

nd inverse quantizer 250. An output of the inverse transformer and inverse quantizer 250 is connected in signal communication with a second non-inverting input of a combiner 225. An output of the combiner 225 is connected in signal communication with a second input of a deblocking filter 265 and a first input of an intra prediction module 260. A second output of the deblocking filter 265 is connected in signal communication with a first input of a reference picture buffer 280. An output of the reference picture buffer 280 is connected in signal communication with a second input of a motion compensator 270. A second output of the entropy decoder 245 is connected in signal communication with a third input of the motion compensator 270 and a first input of the deblocking filter 265. A third output of the entropy decoder 245 is connected in signal communication with an input of a decoder controller 205. A first output of the decoder controller 205 is connected in signal communication with a second input of the entropy decoder 245. A second output of the decoder controller 205 is connected in signal communication with a second input of the inverse transformer and inverse quantizer 250. A third output of the decoder controller 205 is connected in signal communication with a third input of the deblocking filter 265. A fourth output of the decoder controller 205 is connected in signal communication with a second input of the intra prediction module 260, with a first input of the motion compensator 270, and with a second input of the reference picture buffer 280.

An output of the motion compensator 270 is connected in signal communication with a first input of a switch 297. An output of the intra prediction module 260 is connected in signal communication with a second input of the switch 297. An output of the switch 297 is connected in signal communication with a first non-inverting input of the combiner 225.

An input of the input buffer 210 is available as an input of the decoder 200, for receiving an input bitstream. A first output of the deblocking filter 265 is available as an output of the decoder 200, for outputting an output picture.

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

These and other drawbacks and disadvantages of the prior art are addressed by the present principles, which are directed to methods and apparatus for video coding using prediction data refinement.

According to an aspect of the present principles, there is provided an apparatus. The apparatus includes an encoder for encoding an image region of a picture. The encoder has a prediction refinement filter for refining at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region. The prediction refinement filter refines the inter prediction for the image region using at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region.

According to another aspect of the present principles, there is provided a method. The method includes encoding an image region of a picture

re using a prediction refinement filter to refine at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region. The prediction refinement filter refines the inter prediction for the image region using at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region.

According to yet another aspect of the present principles, there is provided an apparatus. The apparatus includes a decoder for decoding an image region of a picture. The decoder has a prediction refinement filter for refining at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region. The prediction refinement filter refines the inter prediction for the image region using previously decoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region.

According to a further aspect of the present principles, there is provided a method. The method includes decoding an image region of a picture using a prediction refinement filter to refine at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region. The prediction refinement filter refines the inter prediction for the image region using previously decoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 shows a block diagram for a video encoder capable of performing video encoding in accordance with the MPEG-4 AVC Standard;

FIG. 2 shows a block diagram for a video decoder capable of performing video decoding in accordance with the MPEG-4 AVC Standard;

FIG. 3 shows a block diagram for a video encoder capable of performing video encoding in accordance with the MPEG-4 AVC Standard, modified and/or extended for use with the present principles, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 4 shows a block diagram for a video decoder capable of performing video decoding in accordance with the MPEG-4 AVC Standard, modified and/or extended for use with the present principles, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 5A shows a diagram for a current intra 4x4 block being coded and the relevant causal neighborhood used as a reference for prediction refinement, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 5B shows a diagram for a current intra 4x4 block being coded and the relevant non-causal neighborhood used as a reference for prediction refinement, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 6 shows a flow diagram for a method for encoding image data using prediction refinement, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 7 shows a flow diagram for a method for decoding image data using prediction refinement, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 8 shows a block diagram for an exemplary apparatus for providing

a prediction with refinement, according to an embodiment of the present principles;

FIG. 9 shows a flow diagram for an exemplary method for generating a refined prediction, according to an embodiment of the present principles; and

FIG. 10 shows a diagram for an exemplary set of concentric pixel layers in a macroblock under refinement, according to an embodiment of the present principles.

DETAILED DESCRIPTION

These and other aspects, features and advantages of the present principles will become apparent from the following detailed description of exemplary embodiments, which is to be read in connection with the accompanying drawings.

The present principles may be better understood in accordance with the following exemplary figures.

The present principles are directed to methods and apparatus for video coding using prediction data refinement.

The present description illustrates the present principles. It will thus be appreciated that those skilled in the art will be able to devise various arrangements that, although not explicitly described or shown herein, embody the present principles and are included within its spirit and scope.

All examples and conditional language recited herein are intended for pedagogical purposes to aid the reader in understanding the present principles and the concepts contributed by the inventor(s) to furthering the art, and are to be construed as being without limitation to such specifically recited examples and conditions.

Moreover, all statements herein reciting principles, aspects, and embodiments of the present principles, as well as specific examples thereof, are intended to encompass both structural and functional equivalents thereof.

Additionally, it is intended that such equivalents include both currently known equivalents as well as equivalents developed in the future, i.e., any elements developed that perform the same function, regardless of structure.

Thus, for example, it will be appreciated by those skilled in the art that the block diagrams presented herein represent conceptual views of illustrative circuitry embodying the present principles. Similarly, it will be appreciated that any flow charts, flow diagrams, state transition diagrams, pseudocode, and the like represent various processes which may be substantially represented in computer readable media and so executed by a computer or processor, whether or not such computer or processor is explicitly shown.

The functions of the various elements shown in the figures may be provided through the use of dedicated hardware as well as hardware capable of executing software in association with appropriate software. When provided by a processor, the functions may be provided by a single dedicated processor, by a single shared processor, or by a plurality of individual processors, some of which may be shared. Moreover, exp

licit use of the term "processor" or "controller" should not be construed to refer exclusively to hardware capable of executing software, and may implicitly include, without limitation, digital signal processor ("DSP") hardware, read-only memory ("ROM") for storing software, random access memory ("RAM"), and non-volatile storage.

Other hardware, conventional and/or custom, may also be included.

Similarly, any switches shown in the figures are conceptual only. Their function may be carried out through the operation of program logic, through dedicated logic, through the interaction of program control and dedicated logic, or even manually, the particular technique being selectable by the implementer as more specifically understood from the context.

In the claims hereof, any element expressed as a means for performing a specified function is intended to encompass any way of performing that function including, for example, a) a combination of circuit elements that performs that function or b) software in any form, including, therefore, firmware, microcode or the like, combined with appropriate circuitry for executing that software to perform the function. The present principles as defined by such claims reside in the fact that the functionalities provided by the various recited means are combined and brought together in the manner which the claims call for. It is thus regarded that any means that can provide those functionalities are equivalent to those shown herein.

Reference in the specification to "one embodiment" or "an embodiment" of the present principles means that a particular feature, structure, characteristic, and so forth described in connection with the embodiment is included in at least one embodiment of the present principles. Thus, the appearances of the phrase "in one embodiment" or "in an embodiment" appearing in various places throughout the specification are not necessarily all referring to the same embodiment.

As used herein, "high level syntax" refers to syntax present in the bitstream that resides hierarchically above the macroblock layer. For example, high level syntax, as used herein, may refer to, but is not limited to, syntax at the slice header level, Supplemental Enhancement Information (SEI) level, picture parameter set level, sequence parameter set level and NAL unit header level.

The phrase "image data" is intended to refer to data corresponding to any of still images and moving images (i.e., a sequence of images including motion).

The term "inpainting" refers to a technique that, using neighboring available data, estimates, interpolates and/or predicts data and/or components of data that are partially or totally missing in an image.

The phrase "sparsity based inpainting" refers to a particular embodiment of an "inpainting" technique where sparsity based principles are used to estimate, interpolate and/or predict data and/or components of data that are partially or totally missing in an image.

The phrases "causal data neighborhood" and "non-causal data neighborhood" respectively refer to a data neighborhood including previously processed data in a picture according to regular scanning order (e.g., raster-scan and/or zig-zag scan in the MPEG-4 AVC Standard), and to a da

ta neighborhood comprising at least some data proceeding from regions located in a posterior position with respect to the current data according to a regular scanning order (e.g. raster-scan and/or zig-zag scan in H.264/AVC). An example of causal scanning order is provided with respect to FIG. 5A. An example of non-causal scanning order is provided with respect to FIG. 5B.

It is to be appreciated that the use of the term "and/or", for example, in the case of "A and/or B", is intended to encompass the selection of the first listed option (A), the selection of the second listed option (B), or the selection of both options (A and B). As a further example, in the case of "A, B, and/or C", such phrasing is intended to encompass the selection of the first listed option (A), the selection of the second listed option (B), the selection of the third listed option (C), the selection of the first and the second listed options (A and B), the selection of the first and third listed options (A and C), the selection of the second and third listed options (B and C), or the selection of all three options (A and B and C). This may be extended, as readily apparent by one of ordinary skill in this and related arts, for as many items listed.

Moreover, it is to be appreciated that while one or more embodiments of the present principles are described herein with respect to the MPEG-4 AVC standard, the present principles are not limited to solely this standard and, thus, may be utilized with respect to other video coding standards, recommendations, and extensions thereof, including extensions such as multi-view (and non-multi-view) extensions of the MPEG-4 AVC standard, while maintaining the spirit of the present principles.

Further, it is to be appreciated that the present principles may be used with respect to any video coding strategy that uses prediction including, but not limited to, predictive video coding, multi-view video coding, scalable video coding, and so forth.

Turning to FIG. 3, a video encoder capable of performing video encoding in accordance with the MPEG-4 AVC standard, modified and/or extended for use with the present principles, is indicated generally by the reference numeral 300.

The video encoder 300 includes a frame ordering buffer 310 having an output in signal communication with a non-inverting input of a combiner 385. An output of the combiner 385 is connected in signal communication with a first input of a transformer and quantizer 325. An output of the transformer and quantizer 325 is connected in signal communication with a first input of an entropy coder 345 and a first input of an inverse transformer and inverse quantizer 350. An output of the entropy coder 345 is connected in signal communication with a first non-inverting input of a combiner 390. An output of the combiner 390 is connected in signal communication with a first input of an output buffer 335.

A first output of an encoder controller 305 is connected in signal communication with a second input of the frame ordering buffer 310, a second input of the inverse transformer and inverse quantizer 350, an input of a picture-type decision module 315, an input of a macrobl

ock-type (MB-type) decision module 320, a second input of an intra prediction module 360, a second input of a deblocking filter 365, a first input of a motion compensator 370, a first input of a motion estimator 375, a second input of a reference picture buffer 380, and a first input of a prediction refinement filter 333.

A second output of the encoder controller 305 is connected in signal communication with a first input of a Supplemental Enhancement Information (SEI) inserter 330, a second input of the transformer and quantizer 325, a second input of the entropy coder 345, a second input of the output buffer 335, and an input of the Sequence Parameter Set (SPS) and Picture Parameter Set (PPS) inserter 340.

A first output of the picture-type decision module 315 is connected in signal communication with a third input of a frame ordering buffer 310. A second output of the picture-type decision module 315 is connected in signal communication with a second input of a macroblock-type decision module 320.

An output of the Sequence Parameter Set (SPS) and Picture Parameter Set (PPS) inserter 340 is connected in signal communication with a third non-inverting input of the combiner 390.

An output of the inverse quantizer and inverse transformer 350 is connected in signal communication with a first non-inverting input of a combiner 319. An output of the combiner 319 is connected in signal communication with a first input of the intra prediction module 360, a first input of the deblocking filter 365, and a second input of the prediction refinement filter 333. An output of the deblocking filter 365 is connected in signal communication with a first input of a reference picture buffer 380. An output of the reference picture buffer 380 is connected in signal

communication with a second input of the motion estimator 375 and a third input of the Motion Compensation 370. A first output of the motion estimator 375 is connected in signal communication with a second input of the motion compensator 370. A second output of the motion estimator 375 is connected in signal

communication with a third input of the entropy coder 345.

An output of the motion compensator 370 is connected in signal communication with a first input of a switch 397. An output of the intra prediction module 360 is connected in signal communication with a second input of the switch 397. An output of the macroblock-type decision module 320 is connected in signal communication with a third input of the switch 397. The third input of the switch 397 determines whether or not the "data" input of the switch (as compared to the control input, i.e., the third input) is to be provided by the motion compensator 370 or the intra prediction module 360. The output of the switch 397 is connected in signal communication with a third input of the prediction refinement filter 333. A first output of the prediction refinement filter 333 is connected in signal communication with a second non-inverting input of the combiner 319. A second output of the prediction refinement filter 333 is connected in signal communication with an inverting input of the combiner 385.

Inputs of the frame ordering buffer 310 and the encoder controller 30

5 are available as input of the encoder 300, for receiving an input picture 301. Moreover, an input of the Supplemental Enhancement Information (SEI) inserter 330 is available as an input of the encoder 300, for receiving metadata. An output of the output buffer 335 is available as an output of the encoder 300, for outputting a bitstream. Turning to FIG. 4, a video decoder capable of performing video decoding in accordance with the MPEG-4 AVC standard, modified and/or extended for use with the present principles, is indicated generally by the reference numeral 400.

The video decoder 400 includes an input buffer 410 having an output connected in signal communication with a first input of the entropy decoder 445. A first output of the entropy decoder 445 is connected in signal communication with a first input of an inverse transformer and inverse quantizer 450. An output of the inverse transformer and inverse quantizer 450 is connected in signal communication with a second non-inverting input of a combiner 425. An output of the combiner 425 is connected in signal communication with a second input of a deblocking filter 465, a first input of an intra prediction module 460, and a third input of a prediction refinement filter 433. A second output of the deblocking filter 465 is connected in signal communication with a first input of a reference picture buffer 480. An output of the reference picture buffer 480 is connected in signal communication with a second input of a motion compensator 470.

A second output of the entropy decoder 445 is connected in signal communication with a third input of the motion compensator 470, a first input of the deblocking filter 465, and a fourth input of the prediction refinement filter 433. A third output of the entropy decoder 445 is connected in signal communication with an input of a decoder controller 405. A first output of the decoder controller 405 is connected in signal communication with a second input of the entropy decoder 445. A second output of the decoder controller 405 is connected in signal communication with a second input of the inverse transformer and inverse quantizer 450. A third output of the decoder controller 405 is connected in signal communication with a third input of the deblocking filter 465. A fourth output of the decoder controller 405 is connected in signal communication with a second input of the intra prediction module 460, with a first input of the motion compensator 470, with a second input of the reference picture buffer 480, and with a first input of the prediction refinement filter 433.

An output of the motion compensator 470 is connected in signal communication with a first input of a switch 497. An output of the intra prediction module 460 is connected in signal communication with a second input of the switch 497. An output of the switch 497 is connected in signal communication with a second input of the prediction refinement filter 433. An output of the prediction refinement filter 433 is connected in signal communication with a first non-inverting input of the combiner 425.

An input of the input buffer 410 is available as an input of the decoder 400, for receiving an input bitstream. A first output of the deblocking filter 465 is available as an output of the decoder 400,

for outputting an output picture.

As noted above, the present principles are directed to methods and apparatus for video coding using prediction data refinement.

In an embodiment, an adaptive filter is used for predictive video coding and/or decoding. The adaptive filter may be implemented in the encoding and/or decoding loops to enhance and/or otherwise refine prediction data. In an embodiment, we apply the adaptive filter after the prediction stage and prior to the generation of an error residual.

In an embodiment, sparsity based inpainting techniques may be used in order to filter the data generated at the prediction step. In the event that any of the possible prediction modes generates a prediction that is sufficiently accurate (for example, per pre-defined criteria), a filter using already decoded data and applied to the selected prediction in accordance with an embodiment of the present principles can refine the predicted data such that a smaller residual error is generated, thus potentially reducing the amount of information required for residual coding and/or increasing the fidelity of the predicted data.

In the prior art of video coding, data predicted during the mode selection and prediction stage of a video encoder/decoder paradigm is used directly in the generation of the prediction residual. Also, the prior art in the recovery of missing image regions (e.g., inpainting) suggests that certain de-noising techniques can be used for such a purpose. Instead, in an embodiment of the present principles, we propose to use a filter on the predicted data in order to refine it further, previous to the generation of the prediction residual which can be a de-noising based technique for the recovery of partially missing data. In an embodiment, the proposed approach could be used to enhance/refine the prediction obtained from a prediction mode. In an embodiment, the use of a refining filter after prediction (and before the residual error is generated) is proposed for video coding algorithms. The present principles make use of the fact that the decoded data available at the receiver (for example, from neighboring blocks, frames, and/or pictures) could be used to refine predicted data before the residual error is produced.

INTRA PREDICTION REFINEMENT

An embodiment (hereinafter "intra prediction embodiment") directed to intra prediction will now be described. It is to be appreciated that the intra prediction embodiment is described herein for the sake of illustration and, thus, it is to be appreciated that given the teachings of the present principles provided herein, one of ordinary skill in this and related arts will contemplate various modifications and variations of the present principles with respect to intra prediction, while maintaining the spirit of the present principles.

The proposed approach for intra prediction involves an in-loop intra-coding refinement process that improves the prediction accuracy of existing intra coding modes. Standard intra-coding methods, which are typically inherently low-pass operations, are generally unable to effectively predict high frequency content. In an embodiment, we refine an existin

g prediction, obtained through standard intra prediction, taking into account the samples on the surrounding blocks. In classic intra-prediction, as used in, for example, the MPEG-4 AVC Standard, only the first layer of pixels from neighboring blocks is used to compute pixels prediction in a current block. This implies that no information about the structure or texture of the signal in neighboring blocks is available for prediction. Hence, for example, one cannot predict the possible texture of the current block from such neighbor information or possible luminance gradients. In an embodiment, a higher number of pixels than those involved in a prediction corresponding to MPEG-4 AVC Standard are used from surrounding (i.e., neighboring) blocks. This allows an improvement to the prediction in the current block as it is able to take into account, for example, information related to texture. As a consequence, the proposed intra prediction refinement procedure is able to enhance the prediction of high frequency or structured content in the current block.

The new intra-prediction refinement method inserts a refinement step between the prediction mode selection process and the computation of the residual error. On an intra-predicted macroblock, an embodiment of the present principles may involve the following steps:

- (1) Perform intra-prediction using all intra-prediction modes available (e.g., 4x4, 8x8 and 16x16) and select the best intra-prediction mode (e.g., in a rate distortion sense).
- (2) Use the prediction result to initialize a prediction refinement algorithm.
- (3) Apply the prediction refinement algorithm.
- (4) Determine whether or not the refinement process improves the prediction of the current block (e.g., in a rate distortion sense).
- (5) If there is improvement, then the prediction obtained at the output of the refinement algorithm is used instead of the "classic" intra prediction from the MPEG-4 AVC Standard for that mode and block.

The necessary information regarding the intra-prediction refinement process could be transmitted to the decoder using, for example, a syntax which can be embedded at, for example, a sub-macroblock, macroblock or higher syntax level.

As an enhancement to the method described above, we adapt the refinement to the availability of neighboring decoded data. For example, in an embodiment directed to the MPEG-4 AVC Standard, the causal nature of decoded neighborhoods is taken into account. In the case of a 4x4 prediction mode, for example, the neighborhood used to refine the prediction of the current block is the causal neighborhood surrounding the current block (see FIG. 5B).

Turning to FIG. 5B, a diagram for a current intra 4x4 block being coded and the relevant neighborhood for inpainting is indicated generally by the reference numeral 500. In particular, the current 4x4 block is indicated by reference numeral 510, the relevant neighborhood blocks are indicated by the reference numerals 520, and the non-relevant neighborhood block is indicated by the reference numeral 530.

The prediction refinement approach may be described to include the following.

The prediction refinement approach involves determining and/or deriving a starting threshold T_0 . This can be implicitly derived based on some statistics of the surrounding decoded data and/or pixels neighborhood and/or based on the coding quality or quantization step used during the coding process. Also, the starting threshold may be explicitly transmitted to the decoder using a syntax level. Indeed, a macroblock level or high level syntax may be used to place such information.

The prediction refinement approach also involves determining a final threshold T_f and/or the maximum number of iterations to be performed on every block for a maximum refinement performance. The threshold and/or maximum number of iterations may be derived based on some statistics of the surrounding decoded neighborhood and/or based on the coding quality or quantization step used during the coding procedure. The final threshold may be transmitted to the decoder, for example, using a high level syntax. The high level syntax may be placed, for example, at a macroblock, a slice, a picture and/or a sequence level.

In an embodiment of the prediction refinement enabled video encoder and/or decoder, one can use a de-noising algorithm to perform prediction refinement. A particular embodiment of the prediction refinement filter may involve the following steps:

- 1) $T = T_0$
- 2) Decompose the current block into L layers.
- 3) Initialize the layer pixels with the intra predicted values for the current block.
- 4) While $T > T_f$ and/or the number of iterations performed < maximum.
 - a) For $i=1, \dots, L$ (with L being the inner-most layer)
 - i. Find all Discrete Cosine Transform (DCT) blocks that overlap layers $i, \dots, L$ by 50% or less, but not 0%
 - ii. Hard threshold the coefficients using threshold T .
 - iii. Inverse transform and update the pixels in layer i by averaging the over complete inverse transforms that overlap the relevant part of the layer.
 - b) $T = T - \Delta T$,

This particular embodiment is iterative in nature. However, it is to be appreciated that other embodiments of the present principles may be implemented to run in a single iteration.

Thus, in an embodiment, image inpainting techniques are proposed for use as an in-loop refinement component for video compression applications. In an embodiment, a refinement step after prediction (and prior to residual error generation) is proposed for enhanced coding performance. In an embodiment, the use of de-noising-based inpainting techniques is proposed for such a prediction refinement.

INTER-PREDICTION REFINEMENT

Given the teachings of the present principles provided herein, it is to be appreciated that the intra-prediction refinement approach described above is readily extended for use in inter-prediction refinement by one of ordinary skill in this and related arts, while maintaining the spirit of the present principles. It should be further appreciated that inter-prediction refinement may involve tuning of the refinement process depending on the Motion Compensated prediction mode and/or Motion Compensation (MC) prediction data (e.g. thresholds adaptation and/or iteration number setting and/or refinement enable) depending on the motion compensation modes and/or motion compensation data (motion vectors, reference frames) and their relation with neighboring blocks.

In an embodiment, the refinement step could be applied to inter data as a second pass refinement step on selected blocks or macroblocks after all

macroblocks have followed a first encoding process. This can be considered when inter frames are coded. In an embodiment, during the second encoding pass, selected blocks, macroblocks and/or regions can use the additional step of prediction refinement using, if desired, a non-causal data neighborhood (see FIG. 5A). Turning to FIG. 5B, a diagram for a current intra 4x4 block being coded and the relevant non-causal neighborhood for inpainting is indicated generally by the reference numeral 550. In particular, the current 4x4 block is indicated by reference numeral 560, the relevant neighborhood blocks are indicated by the reference numerals 570.

The refinement step can be applied to any region shape or size of the picture, e.g. sub-blocks, macroblocks or to a compound region made of the union of sub-blocks and/or macroblocks. Then, the final residual error to be encoded is generated, taking into account the additional refinement step on the prediction.

An exemplary macroblock header in accordance with an embodiment of the present principles is shown in TABLE 1.

TABLE 1

macroblock_layer() {	C	Descriptor
...		
mb_type	2	ue(v) ae(v)
...		
prediction_refinement_flag		u(1)
if(prediction_refinement_flag && mb_type==Intra4x4){		
4x4subblock_level_adaptation_flag		u(1)
if(4x4subblock_level_adaptation_flag){		
for (i=1; i<total_subblocks; i++){		
4x4subblock_adaptation_flag[i]		u(1)
}		
}		
}		
...		

Turning to FIG. 6, a method for encoding image data using prediction refinement is indicated generally by the reference numeral 600. In the particular example of FIG. 6, only macroblock-wise adaptivity for the use or not of prediction refinement is considered for the sake of simplicity.

The method 600 includes a start block 605 that passes control to a function block 610. The function block 610 performs intra prediction and selects the best intra prediction mode, records a measure of the distortion as D_{intra} , and passes control to a function block 615. The function block 615 performs a prediction refinement on intra predicted data, records the distortion measure as $D_{refinement}$, and passes control to a decision block 620. The decision block 620 determines whether or not $D_{refinement}$ plus the addition of a measure of coding costs of intra mode ($intra_cost$) and refinement selection costs ($refinement_cost$) is less than D_{intra} plus the addition of a measure of coding costs of intra mode ($intra_cost$). If so, then control is passed to a function block 625. Otherwise, control is passed to a function block 630.

The function block 625 sets $prediction_refinement_flag$ equal to one, and passes control to a function block 635.

The function block 630 sets $prediction_refinement_flag$ equal to zero, and passes control to the function block 632.

The function block 632 discards the obtained refinement of the prediction, and passes control to the function block 635.

The function block 635 computes the residue and entropy codes the current macroblock, and passes control to an end block 699.

Turning to FIG. 7, a method for decoding image data using prediction refinement is indicated generally by the reference numeral 700.

The method 700 includes a start block 705 that passes control to a function block 710. The function block 710 parses the bitstream and gets (determines) an intra prediction mode and $prediction_refinement_flag$, and passes control to a function block 715. The function block 715 performs intra prediction, and passes control to a decision block 720. The decision block 720 determines whether or not $prediction_refinement_flag$ is equal to one. If so, then control is passed to a function block 725. Otherwise, control is passed to a function block 730.

The function block 725 performs prediction refinement on intra predicted data, and passes control to the function block 730.

The function block 730 adds the residue and reconstructs the current macroblock, and passes control to an end block 799.

Turning to FIG. 8, an exemplary apparatus for providing a prediction with refinement is indicated generally by the reference numeral 800. The apparatus 800 may be implemented to include, for example, prediction refinement filter 333 and/or prediction refinement filter 433 of FIG. 3 and FIG. 4, respectively.

The apparatus 800 includes an intra-prediction module 805 having an output connected in signal communication with a first input of a prediction selector and/or blender 815. An output of the prediction selector and/or blender 815 is connected in signal communication with a first input of a refinement calculator 820, a first input of a prediction

selector and/or blender 825, a first input of an initial threshold estimator 830, and a first input of a final threshold estimator 835.

An output of the refinement calculator 820 is connected in signal communication with a second input of the prediction selector and/or blender 825.

An output of an inter prediction module 810 is connected in signal communication with a second input of the prediction selector and/or blender 825.

An output of the initial threshold estimator 830 is connected in signal communication with a second input of the refinement calculator 820 and a first input of a number of iterations calculator 840.

An output of the final threshold estimator 835 is connected in signal communication with a second input of the number of iterations calculator 840 and a third input of the refinement calculator 820.

An output of the number of iterations calculator 840 is connected in signal communication with a fourth input of the refinement calculator 820.

An input of the intra prediction module 805, an input of the initial threshold estimator 830, and an input of the final threshold estimator 835 are available as inputs of the apparatus 800, for receiving a already decoded data in the current picture.

An input of the inter prediction module 810, the second input of the initial threshold estimator 830, and a second input of the final threshold estimator 835 are available as inputs of the apparatus 800, for receiving already decoded pictures.

A fourth input of the initial threshold estimator 830, a fourth input of the final threshold estimator 835, and a third input of the number of iterations calculator 840 are available as input of the apparatus 800, for receiving control parameters.

An output of the prediction selector and/or blender 825 is available as an output of the apparatus 800, for outputting a refined prediction.

The refinement calculator 820, the initial threshold estimator 830, the final threshold estimator 835, the number of iterations calculator 840, and the prediction selector and/or blender 825 are part of a refinement module 877 that, in turn, is part of the apparatus 800.

Turning to FIG. 9, an exemplary method for generating a refined prediction is indicated generally by the reference numeral 900. The method 900 may be considered to include a prediction portion represented by function block 910 and a refinement portion represented by blocks 915 through 970. The refinement portion is also indicated by the reference numeral 966.

The method 900 includes a start block 905 that passes control to a function block 910. The function block 910 performs a prediction step(s), for example, based on the MPEG-4 AVC Standard, and passes control to a decision block 915. The decision block 915 determines whether or not to use a refinement for the prediction. If so, then control is passed to a function block 920. Otherwise, control is passed to an end block 999.

The function block 920 performs a decomposition of the current predict

ed block on layers of pixels, and passes control to a loop limit block 925. The loop limit block 925 performs a loop over each layer i of the current block, and passes control to a function block 930. The function block 930 sets a threshold T equal to T_{start} , and passes control to a loop limit block 935. The loop limit block 935 performs a loop for each iteration, and passes control to a function block 940. The function block 940 generates transform coefficients of those transforms with good overlap (as used herein, "good overlap" refers to an overlap of at least 50%) with already decoded spatial neighbors, and passes control to a function block 945. The function block 945 performs a thresholding operation on the coefficients (e.g., keeping those coefficients which have an amplitude above a given threshold value, and setting to zero those that are below such the threshold value), and passes control to a function block 950. The function block 950 inverse transforms the thresholded coefficients of those transforms with good overlap with already decoded spatial neighbors, and passes control to a function block 955. The function block 955 restores the decoded pixels such that the thresholding operation does not affect the decoded pixels, and passes control to a function block 960. The function block 960 decreases the threshold T , and passes control to a loop limit block 965. The loop limit block 965 ends the loop over each iteration, and passes control to a loop limit block 970. The loop limit block 970 ends the loop over each layer i of the current predicted block, and passes control to the end block 999. Turning to FIG. 10, an exemplary set of concentric pixel layers in a

macroblock under refinement is indicated generally by the reference numeral 1000. The macroblock 1010 has a non-causal neighborhood of macroblocks 1020.

A description will now be given of some of the many attendant advantages/features of the present invention, some of which have been mentioned above. For example, one advantage/feature is an apparatus having an encoder for encoding an image region of a picture. The encoder has a prediction refinement filter for refining at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region. The prediction refinement filter refines the inter prediction for the image region using at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region.

Another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter as described above, wherein the image region is at least one of a block, a macroblock, a union of blocks, and a union of macroblocks.

Yet another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter as described above, wherein the prediction refinement filter is at least one of a linear type and a non-linear type.

Still another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter as described above, wherein the ima

ge region corresponds to any of multi-view video content for a same or similar scene, single-view video content, and a scalable layer from a set of scalable layers for the same scene.

Moreover, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter as described above, wherein the prediction refinement filter is applied with respect to an iterative noise reduction method and a non-iterative noise reduction method. Further, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter as described above, wherein the prediction refinement filter is applied with respect to an iterative missing data estimation method and a non-iterative missing data estimation method.

Also, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter as described above, wherein the prediction refinement filter is adaptively enabled or disabled depending upon at least one of data characteristics and data statistics corresponding to at least one of the image region and neighboring regions.

Additionally, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter that is adaptively enabled or disabled as described above, wherein the at least one of data characteristics and data statistics comprise at least one of coding modes, motion data and residue data.

Moreover, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter that is adaptively enabled or disabled as described above, wherein enablement information or disablement information for the prediction refinement filter is determined such that at least one of a distortion measure and a coding cost measure is minimized.

Further, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter that is adaptively enabled or disabled as described above, wherein enablement information or disablement information for the prediction refinement filter is signaled using at least one of a sub-block level syntax element, a block level syntax element, a macroblock level syntax element, and high level syntax element.

Also, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter wherein enablement information or disablement information for the prediction refinement filter is signaled using at least one of a sub-block level syntax element, a block level syntax element, a macroblock level syntax element, and high level syntax element as described above, wherein the at least one high level syntax element is placed at at least one of a slice header level,

a

Supplemental Enhancement Information (SEI) level, a picture parameter set level, a sequence parameter set level and a network abstraction layer unit header level.

Additionally, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter as described above, wherein the encoder transmits side information to adaptively indicate parameters

of the prediction refinement filter corresponding to the image block, the side information being transmitted at at least one of a sub-macroblock level, a macroblock level, a slice level, a picture level, and a sequence level.

Moreover, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter wherein the encoder transmits side information as described above, wherein the parameters of the prediction refinement filter are adaptively indicated based at least in part on at least one of data characteristics and data statistics corresponding to at least one of the image region and neighboring regions.

Further, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter, wherein the parameters of the prediction refinement filter are adaptively indicated as described above, wherein the at least one of data characteristics and data statistics comprise at least one of coding modes, motion data, reconstructed data, and residue data.

Also, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter as described above, wherein the prediction refinement filter is selectively applied in a second pass encoding of the picture without being applied in a first pass encoding of the picture.

Additionally, another advantage/feature is the apparatus having the encoder with the prediction refinement filter as described above, wherein the prediction refinement filter refines the intra prediction for the image region using at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region.

These and other features and advantages of the present principles may be readily ascertained by one of ordinary skill in the pertinent art based on the teachings herein. It is to be understood that the teachings of the present principles may be implemented in various forms of hardware, software, firmware, special purpose processors, or combinations thereof.

Most preferably, the teachings of the present principles are implemented as a combination of hardware and software. Moreover, the software may be

implemented as an application program tangibly embodied on a program storage unit. The application program may be uploaded to, and executed by, a machine comprising any suitable architecture. Preferably, the machine is implemented on a computer platform having hardware such as one or more central processing units ("CPU"), a random access memory ("RAM"), and input/output ("I/O") interfaces. The computer platform may also include an operating system and microinstruction code. The various processes and functions described herein may be either part of the microinstruction code or part of the application program, or any combination thereof, which may be executed by a CPU. In addition, various other peripheral units may be connected to the computer platform such as an additional data storage unit and a printing unit.

It is to be further understood that, because some of the constituent system components and methods depicted in the accompanying drawings are preferably implemented in software, the actual connections between the system components or the process function blocks may differ depending upon the manner in which the present principles are programmed. Given the teachings herein, one of ordinary skill in the pertinent art will be able to contemplate these and similar implementations or configurations of the present principles.

Although the illustrative embodiments have been described herein with reference to the accompanying drawings, it is to be understood that the present principles is not limited to those precise embodiments, and that various changes and modifications may be effected therein by one of ordinary skill in the pertinent art without departing from the scope or spirit of the present principles. All such changes and modifications are intended to be included within the scope of the present principles as set forth in the appended claims.

1. An apparatus, comprising:

an encoder for encoding an image region of a picture, said encoder having a filter, operating in a coding loop on a prediction for an input image region and before a residual error is generated, characterized by refining at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region,

wherein, when said filter refines the inter prediction for the image region, said filter uses at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region, and

wherein said encoder further includes an inverse transformer and inverse quantizer unit and a combiner, the inverse transformer and inverse quantizer unit having an output directly connected to a first input of the combiner, the combiner having a second input directly connected to an output of the filter,

wherein the encoder further comprises a deblocking filter, and an output of the combiner is directly connected to both an input of the filter and an input of the deblocking filter.

2. The apparatus of claim 1, wherein the image region corresponds to any of multi-view video content for a same or similar scene, single-view video content, and a scalable layer from a set of scalable layers for the same scene.

3. The apparatus of claim 1, wherein said filter is adaptively enabled or disabled depending upon at least one of data characteristics and data statistics corresponding to at least one of the image region and neighboring regions; or

wherein said filter is selectively applied in a second pass encoding of the picture without being applied in a first pass encoding of the picture.

4. The apparatus of claim 3, wherein the at least one of data ch

characteristics and data statistics comprise at least one of coding modes, motion data and residue data.

5. A method, comprising:

encoding an image region of a picture using filter, operating in a coding loop on a prediction for an input image region and before a residual error is generated, characterized by refining at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region, wherein, when said filter refines the inter prediction for the image region, said filter uses at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region, and wherein said encoding step is performed in an encoder that includes the filter, the encoder further including an inverse transformer and an inverse quantizer unit and a combiner, the inverse transformer and inverse quantizer unit having an output directly connected to a first input of the combiner, the combiner having a second input directly connected to an output of the filter, wherein the encoder further comprises a deblocking filter, and an output of the combiner is directly connected to both an input of the filter and an input of the deblocking filter.

6. The method of claim 5, wherein the image block corresponds to any of multi-view video content for a same or similar scene, single-view video content, and a scalable layer from a set of scalable layers for the same scene.

7. The method of claim 5, wherein the filter is adaptively enabled or disabled depending upon at least one of data characteristics and data statistics corresponding to the image block; or wherein the filter is selectively applied in a second pass encoding of the picture without being applied in a first pass encoding of the picture.

8. The method of claim 7, wherein the at least one of data characteristics and data statistics comprise at least one of coding modes, motion data and residue data.

9. An apparatus, comprising:

a decoder for decoding an image region of a picture, said decoder having a filter, operating in a decoding loop on a prediction for an input image region and before a residual error is added, characterized by refining at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region, wherein, when said filter refines the inter prediction for the image region, said filter uses at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region, and

wherein said decoder further includes an inverse transformer and inverse quantizer unit and a combiner, the inverse transformer and inverse quantizer unit having an output directly connected to a first input of the combiner, the combiner having a second input directly connected to an output of the filter,

wherein the decoder further comprises a deblocking filter, and an output of the combiner is directly connected to both an input of the filter and an input of the deblocking filter.

10. The apparatus of claim 9, wherein said filter is adaptively enabled or disabled depending upon at least one of data characteristics and data statistics corresponding to the image block.

11. The apparatus of claim 10, wherein enablement information or disablement information for said filter is decoded from at least one high level syntax element; or

wherein said filter refines the intra prediction for the image region using at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region.

12. The apparatus of claim 9, wherein the at least one high level syntax element is located at least one of a slice header level, a Supplemental Enhancement Information (SEI) level, a picture parameter set level, a sequence parameter set level and a network abstraction layer unit header level.

13. A method, comprising:

decoding an image region of a picture using a filter, operating in a decoding loop on a prediction for an input image region and before a residual error is added, characterized by refining at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region, wherein, when said filter refines the inter prediction for the image region, said filter uses at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region, and

wherein said decoding step is performed in a decoder that includes the filter, the decoder further including an inverse transformer and inverse quantizer unit and a combiner, the inverse transformer and inverse quantizer unit having an output directly connected to a first input of the combiner, the combiner having a second input directly connected to an output of the filter,

wherein the decoder further comprises a deblocking filter, and an output of the combiner is directly connected to both an input of the filter and an input of the deblocking filter.

14. The method of claim 13, wherein the filter is applied with respect to an iterative missing data estimation method and a non-iterative

e missing data estimation method; and
 wherein the filter is adaptively enabled or disabled depending upon at least one of data characteristics and data statistics corresponding to the image block; and,
 wherein the at least one of data characteristics and data statistics comprise at least one of coding modes, motion data and residue data.

15. The method of claim 13, wherein said decoding step further comprises decoding side information to adaptively determine parameters of the filter corresponding to the image block, the side information being decoded from at least one of a macroblock level, a slice level, a picture level, and a sequence level.

16. A storage media having video signal data encoded thereupon, comprising:

an image region of a picture encoded using a filter, operating in a coding loop on a prediction for an input image region and before a residual error is generated, characterized by refining at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region,

wherein, when said filter refines the inter prediction for the image region, said filter uses at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region, and

wherein said encoding step is performed in an encoder that includes the filter, the encoder further including an inverse transformer and an inverse quantizer unit and a combiner, the inverse transformer and inverse quantizer unit having an output directly connected to a first input of the combiner, the combiner having a second input directly connected to an output of the filter,

wherein the encoder further comprises a deblocking filter, and an output of the combiner is directly connected to both an input of the filter and an input of the deblocking filter.

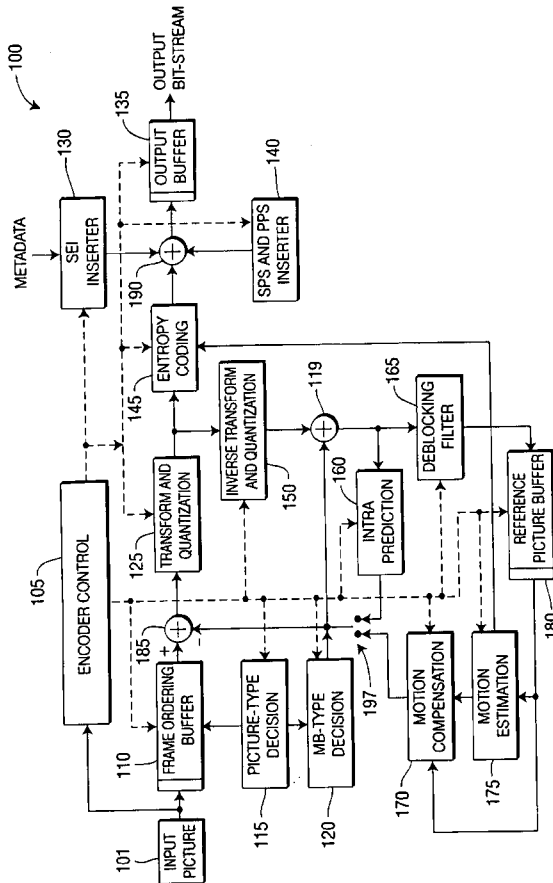
1. Abstract

There are provided methods and apparatus for video coding using prediction data refinement. An apparatus includes an encoder (300) for encoding an image region of a picture. The encoder (300) has a prediction refinement filter (333) for refining at least one of an intra prediction and an inter prediction for the image region. The prediction refinement filter (333) refines the inter prediction for the image region using at least one of previously decoded data and previously encoded data, the previously decoded data and the previously encoded data corresponding to pixel values in neighboring regions with respect to the image region.

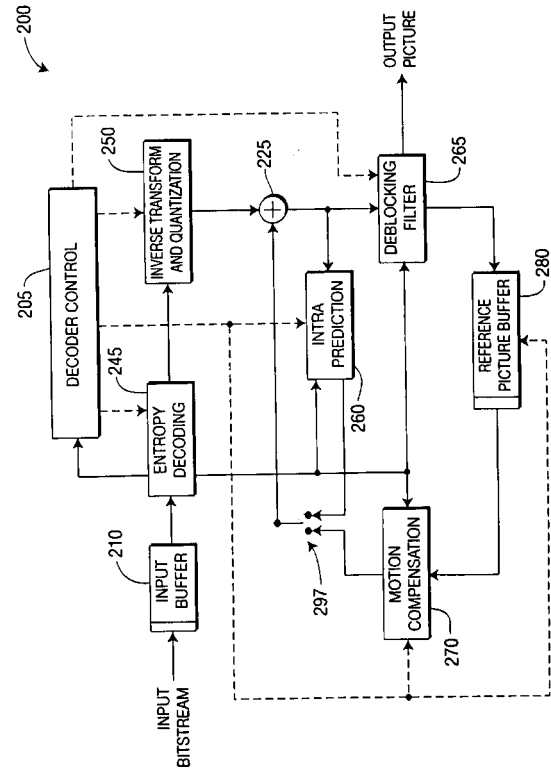
2. Representative drawing

Fig 3

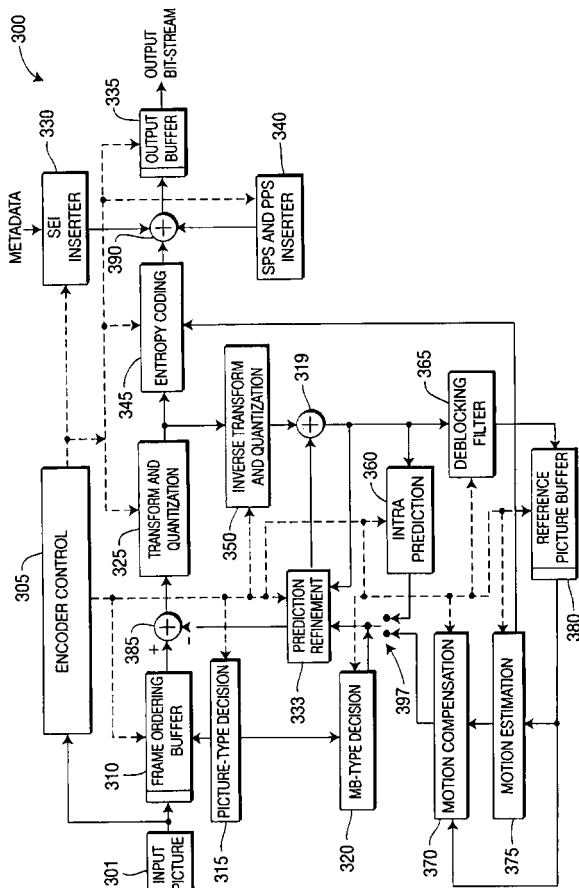
【図 1】



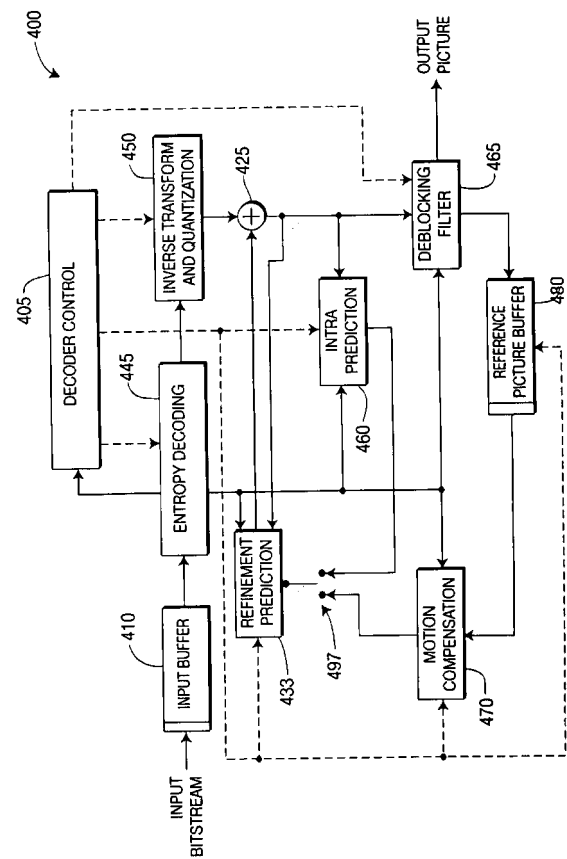
【図 2】



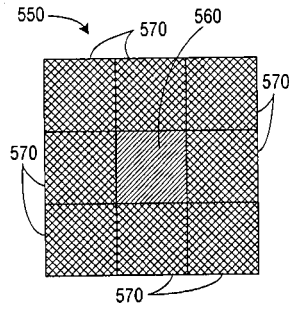
【図 3】



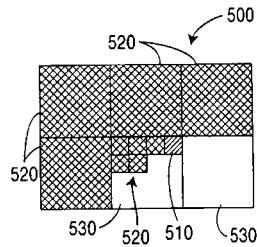
【図 4】



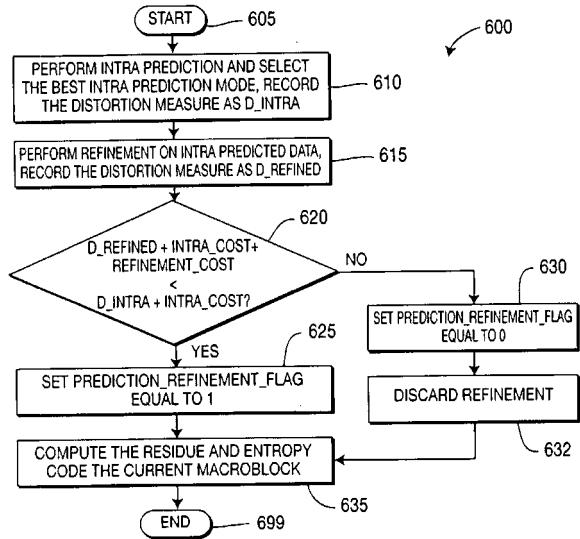
【図 5 A】



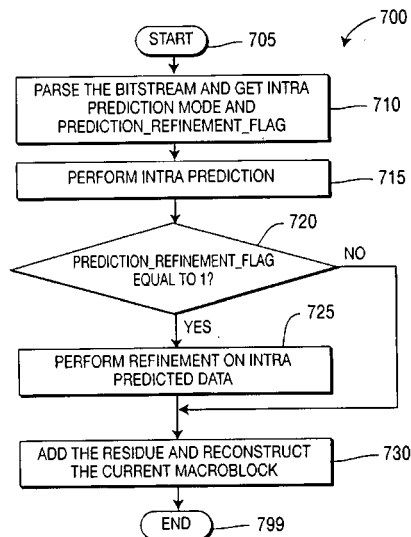
【図 5 B】



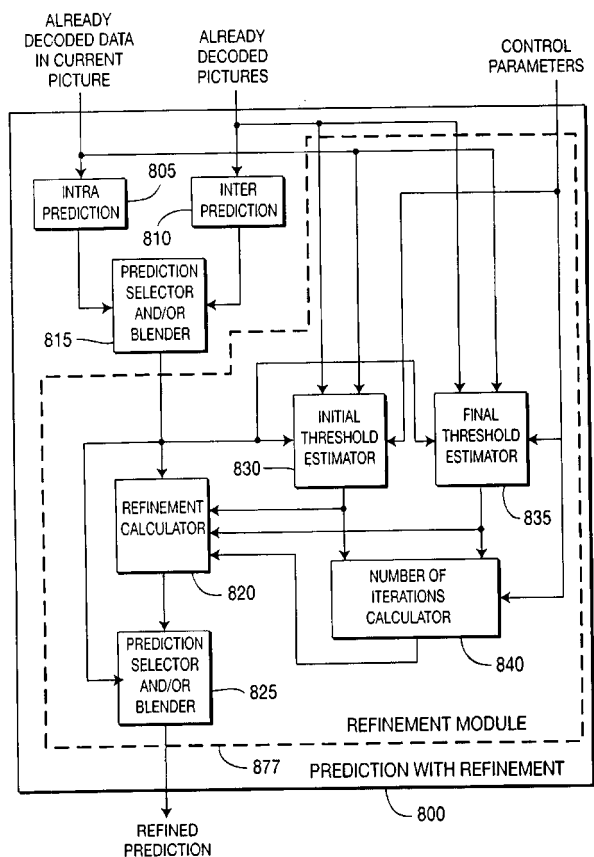
【図 6】



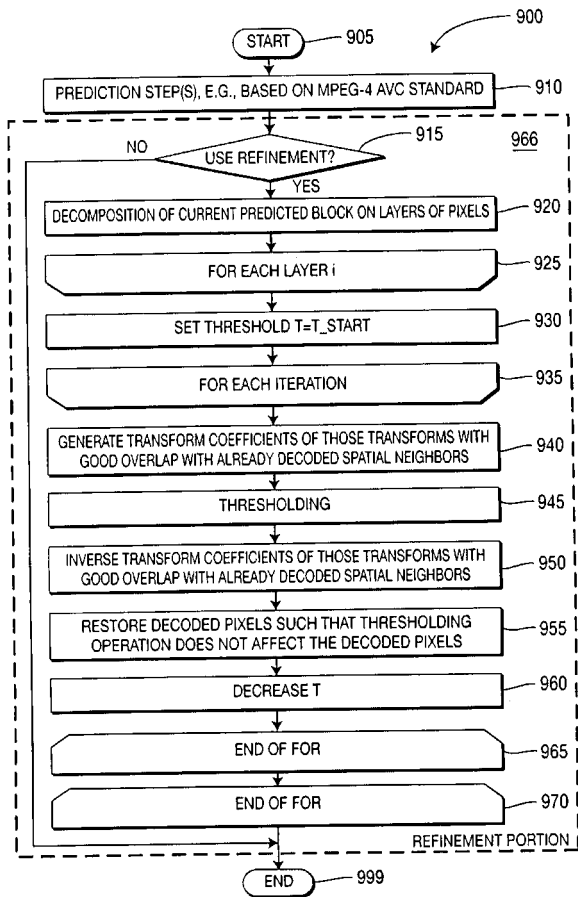
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

