

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 11 日現在

機関番号：16101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700048

研究課題名(和文) 時間領域予測を用いた画面内符号化アルゴリズムに関する研究

研究課題名(英文) A novel Intra coding algorithm with temporal prediction

研究代表者

宋天(SONG, TIAN)

徳島大学・ソシオテクノサイエンス研究部・准教授

研究者番号：10380130

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、高圧縮率を実現する新たな動画符号化アルゴリズムを提案する。今まで幅広く使用されている動画符号化国際標準H.264/AVCの基本アルゴリズムをベースに、時間領域と空間領域の特徴を併用することにより、冗長性を更に削減できるアルゴリズムを新規開発し、符号化効率を大幅に向上する。この研究成果を利用し、必要な検証を行ったうえ、次世代の動画符号化国際標準に提案できるものとする。

実験結果により、中間報告時に10%しか性能向上が見られなかったが、現状平均15%以上になり、20%以上の性能向上が見られた場合もあった。この評価の結果より、提案手法は予定した性能向上を実現した。

研究成果の概要(英文)：In this work a novel INTRA coding algorithm which can achieve high coding efficiency using temporal-spatial prediction for H.264/AVC is proposed. The proposed prediction algorithm can compensate the weak point of individual usage of spatial or temporal prediction. Firstly, a new prediction block is selected in the temporal previous frame. Next, the selected block in the previous frame is used as the reference data to perform spatial prediction with the same reference direction as traditional INTRA modes. The coding process can also be reconstructed in decoder side without additional bit transfer. The simulation results show that the proposed new INTRA modes can achieve about an average 15% improvement than the original H.264/AVC.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学， 計算機システム・ネットワーク

キーワード：イントラ符号化 H.264 HEVC

### 1. 研究開始当初の背景

この数十年、携帯電話や、デジタル放送などを中心とするマルチメディア情報ネットワーク基盤が確立されつつある。特に動画像コンテンツは、その馴染みやすさにより、益々重要な情報伝達的手段として使用されている。しかし、動画像そのものは、膨大な情報量を持つ特徴があり、情報処理においては、大変な難題として認識されている。それを解決するため、動画像の符号化手法の集大成として動画像符号化国際標準 H.264/AVC が 2003 年に推奨され、様々な分野で使用されている。

しかし、H.264/AVC が標準化されてから 8 年も経ち、当時考慮されなかった高解像度、3D などのアプリケーションに更なる高圧縮率アルゴリズムが要求されており、新規の高圧縮率アルゴリズムの開発が急務となっている。現在、次世代の動画像符号化標準として High Efficiency Video Coding (HEVC) の策定が進められているが、H.264/AVC の枠組を継承したうえの改良が多く、斬新な提案が大きく期待されている。

先行研究では、H.264/AVC に採用された画面間 (インター) 予測、画面内 (イントラ) 予測を単独に評価し、選択する既存概念を打ち破り、時間領域の相関性を利用し、隣接フレームの画素を用いて空間予測に使用することにより、演算量の増加を抑えるとともに、高い圧縮性能を実現した。この提案の実験結果が示すように、平均 10% のビット削減を達成でき、画質で評価する場合およそ 1 dB の画質向上を実現した。この提案を特許出願している。

### 2. 研究の目的

本研究では、高圧縮率を実現する新たな動画像符号化アルゴリズムを提案する。今まで幅広く使用されている動画像符号化国際標準 H.264/AVC の基本アルゴリズムをベースに、時間領域と空間領域の特徴を併用することにより、冗長性を更に削減できるアルゴリズムを新規開発し、符号化効率を大幅に向上する。この研究成果を利用し、必要な検証を行ったうえ、次世代の動画像符号化国際標準に提案できるものとする。

先行研究の実験結果により、隣接フレームの画素を用いた空間予測に使用することは有効であることが証明され、この斬新な予測方法は必ず高い圧縮率の実現につながると予測できる。しかし、実験に用いた参照ブロックの選択、参照画素の選択、予測ブロックの作成方法は、従来の方法を流用したものであり、それぞれは最適な方法であると言えず、最高な圧縮率を引き出せるための細部に渡る調査が必要となる。

HEVC に提案されている他の空間領域の予測アルゴリズムもある。それらの提案は基本的に従来の手法の拡張であり、画面内の予測の枠を超えてないが、圧縮率の向上も達成し

ている。そのため、従来のそれらの手法との比較、或いは他の手法との併用の可能性についても調査が必要となる。

従って、本研究は隣接フレームの画素を用いた空間予測手法を用いて、参照ブロックの選択、参照画素の選択、予測ブロックの作成方法を改良することにより、平均 20% 以上の圧縮率向上を目指す。また、この手法は次世代の符号化国際標準 HEVC に唱導された低演算量、並列処理性能に優れていることから、次世代の動画像符号化標準に採用されることを目標とする。

### 3. 研究の方法

本研究の基本アイデアである「時間領域の相関性を利用した空間的な予測」が優れた圧縮性能を示したが、実験に使用した参照ブロックの選択、参照画素の選択、予測ブロックの作成方法についての検討が不十分であるため、圧縮性能を十分に引き出せてないと考えられる。本研究は、この三つの要素について、従来の手法と比較しながら最適な手法を提案する。また、HEVC の参照ソフトウェアを用いて提案手法と既に HEVC に提案されている空間予測手法との比較を行う。HEVC の提案では、画面内の予測のみを使用しているため、本研究の提案と根本的に手法が異なっている。本手法と HEVC の提案を併用した場合、より良い性能を達成できると予測できるため、その検証を行う。まず、三つの改善を行う。

#### (1). 参照ブロックの選択

先行研究の検証結果により、連続フレームの同位置のブロックは連続的にイントラモードに符号化される確率が高いため、先行研究に使用された手法では前フレームの同位置のブロックがイントラモードで符号化された場合に限定している。また、参照ブロックの選択については、最多数のモードで符号化されたブロックのみを候補ブロックとしている。この二つの制限があるため、演算量の増加を抑えているが、最適な予測ブロックが選択されてない場合がある。

動き探索を行う際に、前フレームにある最近似ブロックを探索しているため、先行研究ではその結果の一部の使用を試みた。その結果は良い性能を示しているが、新たな動き情報を符号化する必要があるため、圧縮性能が劣化する場合がある。動きベクトルの符号化手法について、動き探索中心から予測することにより、動きベクトルの符号量の削減が達成できる。

それでも改善できない場合は、現手法と併用することを検討する。前フレームの同位置のブロックがイントラモードで符号化された場合に先行研究の手法を採用し、インターモードで符号化された場合は動き探索の中心から動きベクトルを予測する。

#### (2). 参照画素の選択

参照画素の選択について、現手法では単純に参照ブロック間の差分を取り、差分の小さいブロックを選択している。しかし、選択されるブロックの画素を用いて参照ブロックを再構築する場合、参照ブロック全体の特性が予測性能を左右するため、参照ブロックの特性を正しく反映する手法で選択すべきと考える。

選択された参照ブロックの画素を用いて、複数の方向の参照を行う必要があるため、参照ブロックの各方向の画素値の分散を用い、符号化ブロックの相応方向の分散と比較することにより、参照ブロックを正確に選択することが可能と考え、その実装と検証を行う。

分散値を用いても精度が不十分である場合、他の評価基準と組み合わせる方法で補う。ただし、演算量の大幅な増加を避けるため、できるだけ簡易な方法を採用する。

### (3) . 予測ブロックの生成

演算量の削減とハードウェア実装の容易性を考慮し、現手法では予測ブロックの生成方法は、H.264/AVCと同様な方法を採用している。しかし、時間領域の相関性と空間領域の相関性が異なるため、この方法では最適ではないと考える。そのため、演算量の削減とハードウェア実装の容易性を保ちながら、新たな予測ブロックの生成方法を開発する。

文献調査の結果、ブロック符号化処理による隣接画素間の歪みが予測性能に影響することが判明したため、予測ブロックを生成する前にフィルタ処理を加えることにより、より正確な予測ブロックを生成する方法を模索する。

以上の三つの改良を行ってから、本研究の提案手法とHEVCの提案を比較し、その優劣を分析する。HEVCに提案された複数の空間予測に関する提案では画面内の予測のみを使用しているため、本研究の提案と根本的に異なり、それぞれの特長がある。そのため、提案手法とHEVCの提案を併用した場合、より良い性能を達成できると予測し、併用する場合の検証も行う。

## 4 . 研究成果

H.264/AVC のイントラ予測手法を図1に示す。

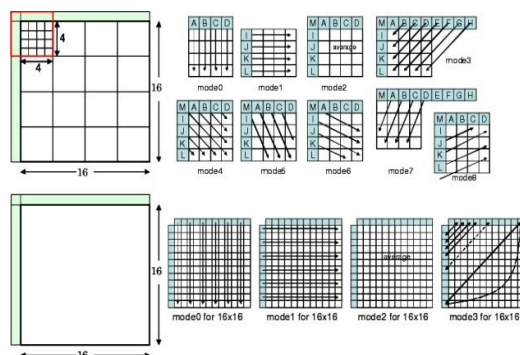


図1 H.264/AVC の INTRA モード

符号化対象ブロックがイントラモードかつ前フレームの同位置もしくはその周辺ブロックのいずれかがイントラモードとなる確率が高いことより、連続するフレームでイントラモードが続く確率が高いことがわかる。その傾向を生かし1つ前のフレームのイントラモードの結果を利用した符号化方式を提案する。以下、本研究の改良を含めたアルゴリズムを説明する。

### (1) . 参照画素の再生成

INTRA 予測における図1のA~Mの参照画素の代わりに新たな参照画素を生成する。

M	A	B	C	D	E	F	G	H
I	C <sub>0</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>				
J	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>				
K	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>				
L	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>15</sub>				

図2 参照画素の生成

### (2) . イントラ予測を用いた時間的モード

参照ブロック候補の保存

時間的同位置のマクロブロック内の4x4ブロック(16個)で最も多いモード(モード )を選択する。

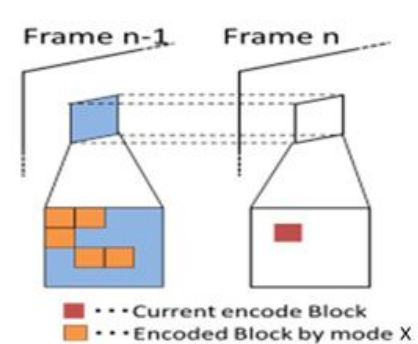


図3 モード の生成方法

### 参照ブロック選択と評価

最も似たブロックを選択するために、最も多かったモードで符号化されたすべてのブロックと符号化対象ブロックのSADを求める。

参照ブロックの位置情報を付加することにより、発生ビット量が増加する。そのため、できるだけ効率的に位置情報を付加する必要がある。

そのことを考慮し、まず図4に示すように4つのkeyブロックを設定する。keyブロックとは、符号化対象ブロックにおける各サブマクロブロック内の先頭アドレスを持つ4x4ブロックである。

図4に示すようにkeyブロック1つ1つに対し、対象ブロック候補より最も類似しているブロックを探索する。keyブロックの右、下、右下の4x4ブロック位置はkeyブロックに依存する。

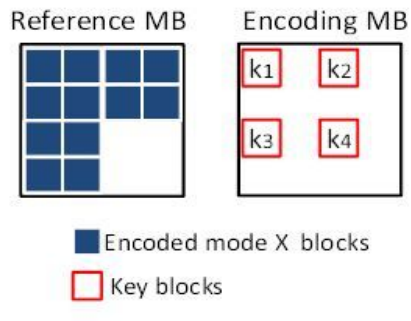


図4 モード の選択方法

#### 参照画素の生成

選択されたブロックの画素を使用して、従来の INTRA 参照画素生成の逆プロセスで参照画素を生成する。

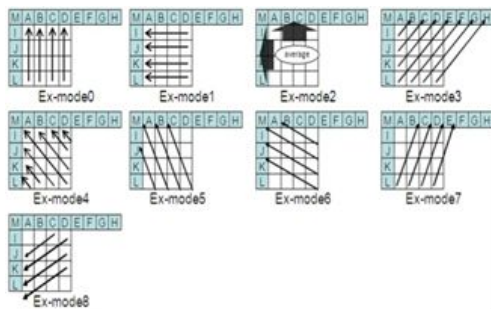


図5 参照画素の生成方法

本研究は隣接フレームの画素を用いた空間予測手法を用いて、参照ブロックの選択、参照画素の選択、予測ブロックの作成方法を改良した。実験結果により、中間報告時に10%しか性能向上が見られなかったが、現状平均15%以上になり、20%以上の性能向上が見られた場合もあった。この評価の結果より、提案手法は予定した性能向上を実現した。また、本研究の成果をHEVCに実装し、性能比較を行った場合HEVCとほぼ同等な結果を得られた。しかしHEVCの手法と異なるので、両方の手法の良い点を抽出し合わせる必要がある。それについての研究が現在も進めており、多数のモードを用意して時間がかかるような手法を取りやめ、全く新しい手法で画面内符号化を行う手法を開発している。この新しい手法には、今回の研究成果を利用したものである。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

[1]Tian Song, Naoyuki Ishikura, Kenji Watanabe and Takashi Shimamoto: Efficient Architecture for Motion Vector Management of H.264/AVC decoder for 4K resolution, Journal of Signal Processing, Vol.16, No.6, pp.611-616, 2012.(査読あり, DOI: 10.2299/jsp.16.611)

〔学会発表〕(計 4 件)

[1] Wenjun Zhao, Takao Onoye, and Tian Song: Hardware-Oriented Fast Mode Decision

Algorithm for Intra Prediction in HEVC, Proc. Picture Coding Symposium (PCS2013), Marriott hotel (USA), Dec. 10, 2013.

[2]Tsuyoshi Sotetsumoto, Tian Song and Takashi Shimamoto: Low Complexity Algorithm for Sub-Pixel Motion Estimation of HEVC, Proceedings of IEEE International Conference on Signal Processing, Communications and Computing (ICSPCC 2013), no. SP P3.4 (paper ID: 1533), pp.1-4, Wenhui hotel (China), Aug. 6, 2013.

[3]Wenjun Zhao, Takao Onoye, and Tian Song: High-Performance Multiplierless Transform Architecture for HEVC, Proc. IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS'), pp.1668-1671, China National Convention Center (China), May 21, 2013.

[4]Yuto Nagao, Naozumi Ogawa, Naoyuki Ishikura, Tian Song and Takashi Shimamoto: Fast Motion Estimation for Spatial Scalability of H.264/SVC, Proceedings of International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing (NCSP'13), pp.444-447, Courtyard King Kamehameha's Kona Beach Hotel ( USA ) March 6, 2013.

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称:動画像符号化装置、動画像符号化方法、動画像符号化プログラム及びコンピュータで読み取り可能な記録媒体。

発明者:宋天、板東孝文、島本隆

権利者:徳島大学

種類:特許

番号:PCT/JP2012/059918

出願年月日:平成24年4月11日

国内外の別:海外

取得状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

宋天(SONG TIAN)

徳島大学・大学院ソシオテクノサイエンス研究部・准教授

研究者番号: 10380130