

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：16101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26330066

研究課題名(和文)次世代国際標準に提案可能なスケーラブル動画画像符号化アルゴリズムの開発

研究課題名(英文)Scalable coding algorithm for next generation video coding

研究代表者

宋天(SONG, TIAN)

徳島大学・大学院理工学研究部・准教授

研究者番号：10380130

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：次世代動画画像提供サービスの向上を目的に、同一ビットストリームで複数のビットレート、異なる解像度、それに各種画質を柔軟に提供できるスケーラブル符号化アルゴリズムの開発が重要となっている。

本研究は、スケーラビリティを実現する高性能な動画画像符号化アルゴリズムを新規開発し、符号化効率を向上した。更に、全体の処理を並列処理可能とした新たな処理構造を提案し、実装の容易化を図る。本研究は、並列処理を実現しながら、全体的に15%以上の圧縮率向上を実現した。また、この研究成果を次世代の動画画像符号化国際標準に提案できると考えている。

研究成果の概要(英文)：With the recent growth of internet and communication applications, increasing requirement for scalable high efficiency video coding (SHVC) encouraged the research for next generation coding standard. A specification and reference software about scalable extension of H.265/HEVC have been developed by the joint video team (JVT) for SHVC. Taking into account that the complexity of HEVC codec is higher than other existing standard codecs, its scalable extension is expected to be simpler with high coding efficiency. In this work, some novel algorithms are proposed and a pre-processing module is introduced to realize parallel processing. The pre-processing module can analyze the image features and select the optimal coding parameters that can significantly reduce the computational complexity of the rate-distortion optimization. This work achieved high coding efficiency with very hardware friendly architecture.

研究分野：動画画像符号化、VLSI設計

キーワード：Scalable video coding parallel processing VLSI

1. 研究開始当初の背景

この数年、携帯電話、タブレット端末の普及、および高速ネットワークの発展につれ、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。しかし、既存の動画コンテンツは、さまざまな需要に適用するため、長年の動画の標準化歴史とともに、さまざまなフォーマット、多様の解像度、異なる画質が共存する現状である。また、サービスを提供するネットワーク環境も、無線LANから、光ファイバーまで各種帯域幅を持ち、さまざまなビットレートをサポートする混合体となっている。このような現状のなか、同一ビットストリームで様々なネットワーク環境において動画サービスを提供するのが、大変困難な技術課題となっている。本研究では、高圧縮率と高速並列処理を実現する新たな動画符号化アルゴリズムを提案した。

2. 研究の目的

益々普及する 4K 以上の高解像度アプリケーションに対応でき、更なる高圧縮率を実現する次世代の国際標準 HEVC(High Efficiency Video Coding)は、多様化する各種端末及び通信環境に対応するため、スケーラビリティを有する符号化標準が求められている。本研究は、HEVC の拡張である HEVC/SVC(Scalable Video Coding)に新たなアルゴリズムを提案し、符号化効率を高める。また、本研究は同科研費の支援で行った先行研究より得られた HEVC の並列化アルゴリズムの開発成果を活用し、標準化活動進行中の新標準 HEVC/SVC に符号化効率と実装の容易化の両方を考慮した符号化アルゴリズムを提案した。

3. 研究の方法

2008年H.264/AVCの拡張として、一つのビットストリームでスケーラビリティを実現するH.264/SVCが標準化され、業界内の高い注目を浴びている。本研究グループでは、数年前からH.264/SVCのインターレイヤー予測アルゴリズムの改良、及びそのVLSI設計に関する研究を行い、多くの研究成果を挙げている。一方、次世代動画符号化標準と言われるHEVCは、既存符号化方式より飛躍的に優れた性能を示し、幅広い分野に認められ、様々なアプリケーションに応用されつつある[1]。これから4K以上の解像度が求められる各種

アプリケーションにおいて、HEVCが使用されることが予想される。HEVCの成功を収めた同標準化団体は、動画提供サービスの向上を目的に、同一ビットストリームで複数のビットレート、異なる解像度、それに各種画質を柔軟に提供できるスケーラブル符号化アルゴリズムの開発も開始し、有力な符号化アルゴリズムの提案を広く募集している。本研究の目的は、スケーラビリティを実現する高性能な動画符号化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。更に、全体の処理を並列処理可能とした新たな処理構造を提案し、実装の容易化を図る。最後、この研究成果を次世代の動画符号化国際標準に提案したいと考えている。本研究は、以下の二つの課題を解決し、並列処理を実現した。

(1) 前処理 (pre-processing) と本処理の分離により、高速な並列処理を図る。

近年、マルチコア・アーキテクチャは計算機の演算高速化を支えている。しかし、今までの動画符号化アルゴリズムは、圧縮性能を重視するあまり、隣接ブロック間のデータ依存性が強く、並列処理に不向きな構造となっている。次世代の動画符号化アルゴリズムとして、並列処理性能を改善しなければ、その実装において多大な問題を抱えることになる。本研究では、前処理と本処理を分離する構造を提案し、前処理に負荷の重い演算を並列に行い、最適な符号化パラメータを求める。また、ベース・レイヤで求められた符号化パラメータをエンハンスメント・レイヤの前処理に使用する。それから、エンハンスメント・レイヤの前処理を行い、最後にエンハンスメント・レイヤの本処理を行う。提案の符号化構造は、符号化効率と並列処理の容易度のバランスを最適に保ち、符号化効率の向上と高速の並列処理の両立が実現できる。

(2) 並列処理可能な画面間、画面間予測を提案し、符号化の効率を向上する。

本研究は同科研費の支援を頂き、行ってきた先行研究より得られたHEVCの並列化アルゴリズムを再利用することにより、HEVC/SVCの中でも最も演算量が多い画面間予測、画面内予測、およびディプロキングフィルタ処理について、全てをブロック単位

で並列処理可能にする。HEVCの探索中心は、探索中心の予測精度が不十分のため、広い範囲を探索する必要があり、HEVCが抱える重大な問題である演算量の増加につながる。本研究は、複数の探索中心から予測する手法を用いて、より正確な探索中心を選択し、ビット削減を図る。先行研究で行った実験の結果に示されるように、この提案は最大19%、平均11%のビット削減を達成できる[2]。この手法をHEVC/SVCにも組み込み、高い圧縮率が期待できる。また、低演算量のVLSIアーキテクチャの提案も行い、成果をあげている[5]。

4. 研究成果

先行研究では、H.264/AVCに採用された画面間予測、画面内予測を単独に評価し、選択する既存概念を打ち破り、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、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16%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[3]。この提案を特許出願している[4]。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、この確立した新たな予測方法もHEVC/SVCに使用している。本研究は、以上の手法のみならず、レイヤ間、前処理と本処理の分離により、予測に使用可能な情報が増え、高精度な予測が可能となる。本研究では、様々な予測手法の検証を行い、高い圧縮率向上を可能にした。

引用文献：

- [1] B. Bross, W.-J. Han, G. J. Sullivan, J.-R. Ohm, and T. Wiegand, High Efficiency Video Coding (HEVC) Text Specification Draft 9, document JCTVC-K1003, JCT-VC, Oct. 2012.
- [2] Kyohei Oba, Takafumi Bando, Tian Song, Takashi Shimamoto: Coding Efficient Improvement by Adaptive Search Center Definition, *Picture Coding Symposium (PCS)*, No.P1-10, pp.58-61, Dec. 2010.
- [3]Tian Song, Takashi Shimamoto, Takafumi Bando, Wenjun Zhao: Novel Intra Modes with

Temporal-Spatial Prediction for H.264/AVC, *IEEE International Conference on Consumer Electronics(ICCE)*, berlin, Germany, pp.62-65, Sep. 2011.

[4] **宋天**,板東孝文,島本 隆: 算術符号化装置, 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, 特願 2011-088674 号。

[5] Wenjun Zhao, Takao Onoye, and Tian Song: High-Performance Multiplierless Transform Architecture for HEVC, Proc. IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS'13), pp.1668-1671, Beijing, May. 2013.

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 9 件、**全部査読有**)

1. Wen Shi, Tian Song, Takafumi Katayama, Xiantao Jiang and Takashi Shimamoto: Hardware Implementation Oriented Fast Intra-Coding Based on Down sampling Information for HEVC, *Journal of Real-Time Image Processing*, pp.1-15, 2017. DOI: 10.1007/s11554-017-0677-4
2. K.-W. Su, J.-S. Leu, M.-C. Yu, Y.-T. Wu, E.-C. Lee and T. Song, "Design and Implementation of Various File Deduplication Schemes on Storage Devices," Special Issue: Advances on Key Technologies for 5G Mobile Communications Systems, *Mobile Networks and Applications*, Vol. 22, Issue 1, pp. 40-50, Feb. 2017. DOI: 10.1007/s11036-016-0677-9
3. Xiantao Jiang, Tian Song, Wen Shi, Takafumi Katayama, Takashi Shimamoto and Lisheng Wang: Fast Coding Unit Size Decision Based on Probabilistic Graphical Model in High Efficiency Video Coding Inter Prediction, *IEICE Transactions*

- on Information and Systems, Vol.E99-D, No.11, pp.2836-2839, 2016.
DOI: 10.1587/transinf.2015EDL8237
4. Xiantao Jiang, **Tian Song**, **Takashi Shimamoto**, Wen Shi, and Lisheng Wang: "High Efficiency CU Depth Prediction Algorithm for High Resolution", IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Sciences, vol. E98-A, no.12, pp. 2528-2536, Dec. 2015.
DOI: 10.1587/transfun.E98.A.2528
 5. Xiantao Jiang, **Tian Song**, **Takashi Shimamoto**, Wen Shi, and Lisheng Wang: "Spatio-Temporal Prediction Based Algorithm for Parallel Improvement of HEVC ", IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol.E98-A, no.11, pp.2229-2237, Nov. 2015.
DOI: 10.1587/transfun.E98.A.2229
 6. Jenq-Shiou Leu, Kun-Che Hsu, and **Tian Song**, "Enhancing the Presence Service Efficiency of Internet Protocol Multimedia Subsystem-based Web Services," Wireless Personal Communications, vol. 85, no.4, pp.2319-2331, Dec. 2015.
DOI: 10.1007/s11277-015-2907-z
 7. Wenjun Zhao, Takao Onoye, and **Tian Song**: "Hierarchical staucture based fast mode decision for H.265/HEVC", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol.25, no.10, pp.1651-1664, 2015.
DOI: 10.1109/TCSVT.2015.2395751
 8. Wenjun Zhao, Takao Onoye, and **Tian Song**: "Hardware Architecture of the Fast Mode Decision Algorithm for H.265/HEVC", IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol.E98.A, no.8, pp.1787-1795, 2015.
DOI: 10.1587/transfun.E98.A.1787
 9. Yizhong Liu, **Tian Song**, Yiqi Zhuang, **Takashi Shimamoto**, and Xiang Li: "Compressed sensing signal recovery via creditability estimation based matching pursuit", IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol.E98-A, vol.6, pp.1234-1243, 2015.
DOI: 10.1587/transfun.E98.A.1234
- [学会発表](計 9 件)
1. Takafumi Katayama, Wen Shi, **Tian Song** and **Takashi Shimamoto** : Early Depth Determination Algorithm for Enhancement Layer Intra Coding of SHVC, Proceedings of IEEE International Technical Conference TENCON 2016, pp.3083--3086, Singapore city, Singapore, Nov.22-25, 2016.
 2. Takafumi Katayama, **Tian Song**, Wen Shi, **Takashi Shimamoto** and JenqShiou Leu : Reference Frame Selection Algorithm of HEVC Encoder for Low Power Video Device, *Proceedings of 2nd International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid (IGBSG 2016)*, pp.34-39, Praha, Czech, Jun.27-29, 2016.
 3. Takafumi Katayama, Wen Shi, **Tian Song** and **Takashi Shimamoto**: "Low Complexity Intra Coding Algorithm in Enhancement Layer for SHVC", Proceedings of IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), pp.457-460, Las Vegas, U.S.A., Jan. 7-11, 2016.
 4. Wen Shi, Xiantao Jiang, **Tian Song** and **Takashi Shimamoto** : Segmental Down-sampling Intra Coding Based on Spatial Locality for HEVC, *Proceedings of IEEE International Conference on Consumer*

- Electronics Berlin (ICCE-Berlin 2015)*, pp.12-16, Berlin, Germany, Sep. 6-9, 2015.
5. Masashi Tomida, Yutaro Tanida, **Tian Song** and **Takashi Shimamoto** : Small Area VLSI Architecture for Deblocking Filter of HEVC, *Proceedings of IEEE International Conference on Consumer Electronics Berlin (ICCE-Berlin 2015)*, pp.294-297, Berlin, Germany, Sep. 6-9, 2015.
 6. Xiantao Jiang, **Tian Song**, Wen Shi, Lisheng Wang and **Takashi Shimamoto** : Merge Prediction Algorithm for Adaptive Parallel Improvement of High Efficiency Video Coding, *Proceedings of IEEE International Conference on Consumer Electronics(ICCE-Taiwan 2015)*, pp.310-311, Taipei, Taiwan, Jun. 6-8, 2015.
 7. Wen Shi, Xiantao Jiang, **Tian Song** and **Takashi Shimamoto** : Spatial Locality Based Supplemental Modes for Intra Prediction of HEVC, *Proceedings of IEEE International Conference on Consumer Electronics(ICCE-Taiwan 2015)*, pp.298-299, Taipei, Taiwan, Jun. 6-8, 2015.
 8. Xiantao Jiang, **Tian Song**, **Takashi Shimamoto** and Lisheng Wang : AMVP Prediction Algorithm for Adaptive Parallel Improvement of HEVC, *Proceedings of IEEE Asia Pacific Conference on Circuits & Systems*, pp.511-514, ANA Intercontinental Ishigaki Resort, Ishigaki Island, Okinawa, Nov. 17-20, 2014.
 9. Wen Shi, Xiantao Jiang, **Tian Song** and **Takashi Shimamoto** : Edge Information Based Fast Selection Algorithm for Intra Prediction of HEVC, *Proceedings of IEEE Asia Pacific Conference on Circuits & Systems*, pp.17-20, ANA Intercontinental Ishigaki Resort, Ishigaki Island, Okinawa, Nov. 17-20, 2014.

6 . 研究組織

(1)研究代表者

宋 天 (SONG TIAN)

徳島大学・大学院理工学研究部・准教授
研究者番号：10380130

(2)研究分担者

島本 隆 (SHIMAMOTO TAKASHI)

徳島大学・大学院理工学研究部・教授
研究者番号：20170962

(3)研究協力者

片山 貴文 (KATAYAMA TAKAFUMI)

徳島大学大学院先端技術科学教育部・大学院生

石 文 (SHI WEN)

徳島大学大学院先端技術科学教育部・大学院生