

平成 30 年 6 月 11 日現在

機関番号：16101
研究種目：基盤研究(C) (一般)
研究期間：2015～2017
課題番号：15K00152
研究課題名(和文)クラウドに基づいた動画像符号化手法の開発

研究課題名(英文)Cloud based video coding algorithm

研究代表者

島本 隆 (Shimamoto, Takashi)

徳島大学・大学院社会産業理工学研究部(理工学域)・教授

研究者番号：20170962

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：提案した画面内符号化、画面間符号化の新規アルゴリズムは、符号化効率向上と高速化を実現した。研究成果は、符号化の前処理に必要な技術を解明したことである。前処理としての部分をクラウド上に置くことにより、将来のネットワーク環境においての実装の可能性を検討した。現状のネットワークの遅延が大きな問題ではあるが、将来性は十分ある。

本研究は、人工知能技術を用いたシステムの開発もチャレンジした。クラウド上には、CNNによる特徴抽出手法を用い、効率的に参照ライブラリを作成し、符号化に用いることも検討した。その結果より、この研究を広げ、もっと幅広い可能性が見えたため、今後続の研究を続けていく予定である。

研究成果の概要(英文)：This research focuses on finding efficient algorithms for video coding as a pre-processing process for the next generation video-coding standard. Our new proposal for both intra and inter coding of traditional video coding standard is constructed using a cloud based approach.

Several efficient algorithms are proposed for both intra and inter coding. These algorithms are significant contributions for not only the coding efficiency and coding speed. It provided a well-balanced processing method that is very significant issue for hardware implementations. The current version of the research result has deep relation with the network speed.

Some new approaches concerning the database construction on the cloud have been proposed including a CNN-based object recognition model. These new approaches introduced more new possibility, which encouraged us to go on this research.

研究分野：動画像符号化

キーワード：HEVC cloud based video coding

1. 研究開始当初の背景

ここ数年、携帯電話、タブレット端末の普及、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。また、次世代動画画像符号化標準 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。今後 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。しかし、4K・8K など高解像度の応用において更なる高い圧縮率が求められるが、既存のアルゴリズムでは、長年使用されてきた画面間符号化・画面内符号化の枠にとらわれ、これ以上の改善が困難とされる。一方、近年のネットワーク環境が急速に整備され、クラウドベースの計算が実用化しつつある。このような現状の中、クラウドに基づいた新たな符号化技術の開拓が可能となったが、大変困難な技術課題でもある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、従来の画面間予測でも画面内予測でも予測困難なブロックの特性を分析し、その特性に特化した新たな参照用画像データベースを構築することである。更に、クラウド上の予測画像を参照することにより符号化効率を大幅に向上するアルゴリズムを新規開発する。この提案システムは、従来の HEVC アルゴリズムをベースに、シーンチェンジや激しい動きのあるフレームにおいて、従来手法ではビットレートが急激に増加したフレームのビット削減を中心に、以下の2つの課題を解決する。

(1) 従来の画面間予測・画面内予測を用いても予測困難なブロックの特性分析を行う。先行研究より得られた結果では、入力画像によって画面間予測に適するものもあれば、画面内予測に適するものもあった。しかし、現在 HEVC において画面間予測に適しない画像は、画面内予測を用いて最大限に圧縮率を高めるために多くの画面内予測用のモードを用意している。その結果、少しの圧縮率向上が見られるが演算量も大幅に増加している。従来の画面間予測と画面内予測の組み合わせで高い圧縮率を得られない根本的な理由は、画面間予測により時間方向の予測が適しない場合に、必ずしも空間的な画面内予測が適するわけではないことである。そこで、本研究はまず従来の画面間予測・画面内予測を用いても符号化効率の悪いブロックの特性を調査する。画面間予測でも画面内予測でも予測困難なブロックに共通の特性があれば、それに特化した予測画像を予め用意することにより、高い符号化効率を実現できる。幸い、

先行研究で既に解明したのは、予測が困難なブロックには高周波数成分が非常に多く含まれている。この特性の更なる細かい調査を行い、符号化ブロックの周波数特性を利用して予め用意した周波数毎のデータベースから予測を行う手法を提案する。

(2) 周波数分類に基づいたデータベースを構築する。先行研究では、高周波数成分の多いブロックが予測困難であることを解明したが、具体的にその高周波数成分の分布特性を数値化し、更にその周波数特性毎にデータベースを用意する必要がある。このデータベースの構築は、従来の画像分類手法を利用しながら、独自の周波数特性毎のデータベースを構築する。

このデータベースの規模は、ブロックの周波数特性による予測手法の性能に依存するが、非常に膨大になる可能性がある。そのため、高い符号化効率を達成したとしてもハードウェア実装時は膨大なメモリが必要となり、実装困難な手法になる可能性がある。本研究では、このデータベースをクラウド上におくことにより、データベースそのものが膨大になったとしても、検索手法を単純にすることにより、高速に処理できると考える。

しかし、クラウド上の予測データを用いることにより符号化効率の向上が期待できるが、常にネットワークを経由するため遅延が予測される。この手法は、リアルタイム性能を高く要求されるアプリケーションにおいては不向きであるが、データベースの一部をローカルに置くことによりリアルタイム符号化を実現する可能性もある。

3. 研究の方法

本研究は、従来の画面間予測でも画面内予測でも予測困難なブロックの特性を分析し、その特性に特化した新たな参照用画像データベースを構築する。更に、クラウド上の予測画像を参照することにより符号化効率を大幅に向上するアルゴリズムを新規開発する。

まず、画面間予測でも画面内予測でも予測困難なブロックの周波数特性分析、画像の分類を行う。次に、従来の動画画像の分類法を継承しながら独自の周波数特性による分類法を確立し、周波数特性によるデータベースを構築する。このデータベースを容易に利用できるように規模の最小化も検討する。HEVC の参照ソフトウェアを利用し、画面間予測と画面内予測で予測困難なブロックの抽出し、抽出されたブロックの周波数分析を行うために大量のデータ分析と分析用ソフトウェアの作成が必要となる。また、独自のデータベースを構築し、クラウド上で検証する必要が

ある。

初年度は、従来の画面間予測・画面内予測を用いても予測困難なブロックの特性を分析する。まず、従来研究で使用している HEVC 参照ソフトウェアを用いて、画面間および画面内予測で生成したビットレートが急激的に増加しているブロックを特定し、抽出する。抽出したブロックの各種特性をまとめる。また、先行研究の結果より、抽出されたブロックの各種特性を周波数特性中心に分類するが、他の特性を併用した場合が分類しやすいことも考慮し、様々な特性パラメータについて調査し、分類を行う。

2年目は、周波数特性により分類されたデータベースを構築する。まず、データベースの規模を考慮せず、最大限の符号化効率を実現するデータベースを作成する。このデータベースは、周波数特性毎、輝度毎、色差毎、ブロックサイズ毎で検索可能なデータベースにする。そのため、既存の画像分類法により構築されたデータベースを利用し、初期の作業量が削減できる。既存のデータベースに重複した部分、不要な部分を削除しながら独自の周波数特性により構築したデータを加え、最適なデータベースを構成した。

膨大なデータベースにより最適な参照画像を作成できるが、データベースのアクセスに遅延が伴うためにリアルタイム符号化には不向きである。しかし、データベースの最小限のセットを定義することにより、少ないデータをローカルに置き、高い符号化効率とリアルタイム性を両立することも可能である。初年度で検証した周波数分類法が確立できたため、符号化効率についての検証の一部を開始できるが、次年度で構築したデータベースが完成すれば、実際のデータベース検索を行い符号化効率の検証が可能となる。

次に、構築したデータベースに適した予測データの生成法の提案と検証を行った。検索結果により予測データ生成手法を考案し、改良を重ねた。

データベースに適した予測データの生成法を用いて高い符号化効率を実現した後、このデータベースをクラウドに上げ、実環境での性能評価を行う予定だったが、ネットワーク遅延を考慮し、データベースの一部をローカルに置くことや、ヒット率の高いデータをローカルバッファに置くことにした。

4. 研究成果

過去数十年間に動画像符号化アルゴリズムに関しては、MC-DCT ベースの手法が圧倒的な圧縮率の良さより長年利用されてきた。MC-DCT ベースの手法を支えてきた画面間予測・画面内予測手法には様々な改良が考案され、高い符号化効率を実現している。しかし、

この手法だけでは改良の限界に達し、新しい手法の開発が求められる。

本研究で提案するクラウドベースの符号化手法は、従来の画面間・画面内の予測で予測困難なブロックをクラウド上に用意されたデータベースから検索することにより、高い符号化効率を実現した。

本研究で提案した画面内符号化、画面間符号化に関する新規アルゴリズムは、符号化効率の向上(雑誌論文)と符号化の高速化(雑誌論文)である。この成果は、符号化効率向上よりは、前処理としての符号化アルゴリズムに必要な性能を解明したことである。

また、前処理としての部分をクラウド上に置くことにより、将来のネットワーク環境においての実装の可能性を検討した。現状のネットワークの遅延が大きな問題ではあるが、その将来性は十分あると考えている。

本研究は、昨今の人工知能技術を用いたシステムの開発もチャレンジした。クラウド上には、CNN による特徴抽出手法を用い、効率的に参照ライブラリを作成し、符号化に用いることも検討した。その結果より、この研究を広げ、もっと幅広い可能性が見えたため、今後後続の研究を続けていく予定である。

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7件)

Takafumi Katayama, Tian Song, Wen Shi, Xiantao Jiang, Takashi Shimamoto, Boundary Correlation-based Intracoding for SHVC Algorithm and its Efficient VLSI Architecture, Journal of Real-Time Image Processing, 査読有, 2018, pp.1-16

Xiantao Jiang, Xiaofeng Wang, Tian Song, Wen Shi, Takafumi Katayama, Takashi Shimamoto, Jenq-Shiou Leu, An Efficient Complexity Reduction Algorithm for CU Size Decision in HEVC, International Journal of Innovative Computing, Information and Control, 査読有, Vol.14, No.1, 2018, pp.309-322

Takafumi Katayama, Tian Song, Wen Shi, Gen Fujita, Xiantao Jiang, Takashi Shimamoto, Hardware Oriented Low Complexity Intra Coding Algorithm for SHVC, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, 査読有, Vol.E100-A, No.12, 2017, pp.2936-2947
Takafumi Katayama, Tian Song, Wen

Shi, Xiantao Jiang, Takashi Shimamoto, Fast Edge Detection and Early Depth Decision for Intra Coding of 3D-HEVC, International Journal of Advances in Computer and Electronics Engineering, 査読有, Vol.2, No.7, 2017, pp.11-20

Wen Shi, Tian Song, Takafumi Katayama, Xiantao Jiang, Takashi Shimamoto, Hardware Implementation Oriented Fast Intra Coding Based on Downsampling Information for HEVC, Journal of Real-Time Image Processing, 査読有, 2017, pp.1-15

Su KuanWu, Leu JenqShiou, Yu MinChieh, Wu YongTing, Lee EauChung, Tian Song, Design and Implementation of Various File Deduplication Schemes on Storage Devices, Mobile Networks and Applications, 査読有, Vol.22, No.1, 2017, pp.40-50

Xiantao Jiang, Tian Song, Wen Shi, Takafumi Katayama, Takashi Shimamoto, 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, 査読有, Vol.E99-D, No.11, 2016, pp.2836-2839

〔学会発表〕(計 23 件)

Takafumi Katayama, Kazuki Kuroda, Wen Shi, Tian Song, Takashi Shimamoto, Low Complexity Intra Coding Algorithm Based on Convolutional Neural Network for HEVC, International Conference on Information and Computer Technologies (ICICT2018), 2018

Wen Shi, Takafumi Katayama, Tian Song, Takashi Shimamoto, Efficient Intra Prediction Based on Adaptive Downsampling Signal for Parallel HEVC Encoding, IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE2018), 2018

Yoshiki Ito, Tian Song, Wen Shi, Takafumi Katayama, Takashi Shimamoto, Hardware oriented Low Complexity Motion Estimation for HEVC, IEEE International Conference on Consumer Electronics(ICCE2018), 2018

Kazuki Kuroda, Takafumi Katayama, Tian Song, Takashi Shimamoto, Early Mode Selection of High Resolution for HEVC Base on Bits-Mapping, IEEE

International Conference on Consumer Electronics(ICCE2018), 2018

Takafumi Katayama, Wen Shi, Tian Song, Takashi Shimamoto, Pixel based Fast CU Depth Decision Algorithm with Edge Strength for HEVC, IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE2018), 2018

Jiang Xiantao, Wang XiaoFeng, Yang Yadong, Tian Song, Shi Wen, Katayama Takafumi, A Coding Efficiency Improvement Algorithm for Future Video Coding, IFIP International Federation for Information Processing, 2017

Koki Tamura, Takafumi Katayama, Wen Shi, Tian Song, Takashi Shimamoto, Coding Efficiency Improvement Algorithm for Inter-Layer Reference Prediction in SHVC, International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2017), 2017

Shota Yusa, Takafumi Katayama, Wen Shi, Tian Song, Takashi Shimamoto, Fast CU Depth Decision Algorithm Using Depth-Map for 3D-HEVC, International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications(ITC-CSCC2017), 2017

Ryota Fujiki, Yuhki Yano, Tian Song, Takashi Shimamoto, Nobutatsu Nakamura, Training Library Generation for Automatic Sea Cucumber Recognition, International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC2017), 2017

Takafumi Katayama, Wen Shi, Tian Song, Takashi Shimamoto, Early Depth Determination Algorithm for Enhancement Layer Intra Coding of SHVC, IEEE International Technical Conference TENCON, 2016

Kazuki Kuroda, Takafumi Katayama, Tian Song, Takashi Shimamoto, Adaptive Mode Selection for Low Complexity Enhancement Layer Encoding of SHVC, International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications(ITC-CSCC2016), 2016

Ryo Kuroda, Wen Shi, Tian Song, Takashi Shimamoto, Hardware Oriented Early CU Splitting Algorithm by Coding Unit Feature Analysis for HEVC, International Technical

Conference on Circuits/Systems,
Computers and Communications
(ITC-CSCC2016), 2016
Yoshiki Ito, Wen Shi, Tian Song,
Takashi Shimamoto, An Adaptive Search
Range Selection Algorithm for HEVC,
International Technical Conference on
Circuits/Systems, Computers and
Communications(ITC-CSCC2016), 2016
Takafumi Katayama, Tian Song, Wen
Shi, Takashi Shimamoto, Jenq Shiou Leu,
Reference Frame Selection Algorithm of
HEVC Encoder for Low Power Video
Device, 2nd International Conference on
Intelligent Green Building and Smart
Grid (IGBSG2016), 2016
Takafumi Katayama, Wen Shi, Tian Song,
Takashi Shimamoto, Low Complexity Intra
Coding Algorithm in Enhancement Layer
for SHVC, IEEE International Conference
on Consumer Electronics(ICCE2016), 2016

上記国際会議以外に国内会議発表 8 件有

上記はすべて proceedings が発行されて
おり，雑誌論文としても参照可

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

島本 隆 (Shimamoto Takashi)
徳島大学・大学院社会産業理工学研究部
(理工学域)・教授
研究者番号：20170962

(2) 研究分担者

宋 天 (Song Tian)
徳島大学・大学院社会産業理工学研究部
(理工学域)・准教授
研究者番号：10380130

(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 (博士後期課程)