

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 栗原 信
学位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博 (工) 第 470 号
学位授与の日付 平成 29 年 9 月 20 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名 Study on Low Bit-Rate Distributed Compressive Video Sensing
(分散圧縮ビデオ符号化の低ビットレート化に関する研究)

論文審査委員 主査 准教授・村松 正吾
副査 教授・佐々木 重信
副査 教授・山田 寛喜
副査 准教授・金 ミンソク
副査 名誉教授・菊池 久和

博士論文の要旨

本論文では、圧縮センシング(CS)を利用した分散ビデオ符号化(DVC)を提案し、提案手法の評価検証を行っている。提案する新たなビデオ符号化は、既存の分散圧縮ビデオ符号化(DCVS)の高ビットレートの課題に対する解決法を与える。提案法は、ビデオデータ観測時に全フレームを圧縮センシングし、結果として得られるフレームにDVCによる符号化を適用する点に特徴がある。符号化器では、CS後のキーフレームにH.264/AVCイントラ予測符号化を施す。一方、CS後のノンキーフレームについてはフレーム間差分圧縮とWyner-Ziv(WZ)符号化を施す。本提案法により、既存のDCVSに比べて送信データを大幅に低減できる。また、スパース復元やポストフィルタを利用した復号処理により符号化器での演算コストの増加を抑えつつ高い復号品質が得られる。シミュレーションにより客観的評価および目視により提案法の有効性を確認している。

第1章では、研究の背景と目的について述べている。まず、Internet of Things(IoT)の発展に伴うワイヤレス監視カメラや車載カメラなど新たなビデオアプリケーションにおけるカメラ端末の低コスト化および低消費電力化の課題を述べ、符号化器のコストと消費電力の削減のための研究動向についてまとめている。特に、CSを利用したDVCの手法を解説している。ビデオデータ観測時に圧縮センシングするDCVSについて言及し、DCVS符号化器の演算コスト低減の利点と、同時に通信コストの課題についてまとめている。符号化器の演算コストと符号化データの通信コストの低減に改善の余地が残されていることに触れ、本研究の目的を述べている。

第2章ではCS, DVC, DCVSの基礎理論および技術を整理している。CSの理論と勾配投影アルゴリズムを利用したスパース復元法(GPSR)、DVCとH.264/AVCイントラ予測符号化、DCVSについて図や数式を用いた説明により第3章以降の準備を行っている。

第3章では、CSとH.264/AVCイントラ予測符号化を基とした新たなDVCの構成を提案している。提案手法をキーフレームとノンキーフレームに対する処理に分けてそれぞれについて詳説している。キーフレームに対しては、符号化側でCSとH.264/AVCイントラ予測符号化を施す。復号側ではイントラ予測復号とスパース復元によりキーフレームを再構成する。ノンキーフレームに対しては、符号化側でCS、差分圧縮、WZ符号化を施す。復号側ではイントラ予測復号キーフレームからの動き補償/動き推定インター予測、誤り訂正、スパース復元によりノンキーフレームを再構成する。ポストフィルタの効果についても言及している。

第4章では、実験結果について述べている。キーフレーム、ノンキーフレーム、ビデオデータ単位で各種性能のDCVSとの比較検討を行っている。符号化器と復号器間の通信データ量、符号化前と復号後の映像データのPeak Signal to Noise Ratio(PSNR)およびStructural Similarity Index Measure(SSIM)による客観評価を行うと共に、符号化前後のフレームの提示による主観評価を行い、提案手法の有効性を確認している。

第5章では全体の総括を行い、今後の課題についてまとめている。

審査結果の要旨

本論文では圧縮センシング(CS)を利用した分散ビデオ符号化(DVC)を提案している。全フレームに対するCSとH.264/AVCイントラ予測符号化の混成構成として符号化器を構築し、演算コストと通信データ量の削減、スパース復元とポストフィルタによる復号画質向上を図り、システムを実装実現している。既存の分散圧縮ビデオ符号化(DCVS)との比較検討をとおして提案法の有効性も確認している。理論的考察による性能向上の裏づけが明記され、複数の条件下での比較実験結果も示されており信頼性が高い。以上の結果は、分散圧縮ビデオ符号化の高性能化、高機能化、および高効率化をもたらす技術として有意義であると認められる。なお、研究成果の実績として国際学術雑誌に1編の論文が掲載され、国際会議で2編の論文が発表されている。

よって、本論文は博士(工学)の博士論文として十分であると認定した。