

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 9 日現在

機関番号：27101

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2012～2013

課題番号：24860055

研究課題名(和文)異なる映像コンテンツ間の冗長度削減のための映像群圧縮符号化

研究課題名(英文)Video cluster coding for inter-video redundancy reduction

研究代表者

京地 清介 (Seisuke, Kyochi)

北九州市立大学・国際環境工学部・講師

研究者番号：70634616

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円、(間接経費) 690,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、異なる映像コンテンツ間の冗長を削減し映像群全体の情報量を削減するための圧縮アルゴリズムを提案した。提案圧縮手法を大きく、予測・適応的信号変換部、デコーダ側におけるカラー復元部によって構成し、それぞれのアルゴリズムを与えた。本手法によって、映像全体の情報量の大幅な削減が実現できることを示した。また予測・適応的信号変換部において、整数演算アルゴリズムを導入し、演算の高速化を実現した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we proposed a video compression algorithm for video cluster. Generally, there exist similar video or image contents that have some redundancy. Therefore if the redundancy among similar video contents is reduced, the amount information of entire video contents can be reduced significantly. However, conventional video coders do not consider reducing inter-video redundancy. In order to reduce the inter-video redundancy, we introduce lifting-based prediction, direction-adaptive transform, and decoder-side color information recovery. The proposed method can save the amount information for entire video contents significantly.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：通信・ネットワーク工学

キーワード：予測符号化 リフティング 変換辞書 方向適応変換 コサインサイン変調フィルタバンク カラー復元

1. 研究開始当初の背景

近年、映像配信を始めとしたインターネットサービスの利用者が急速に増加しており、膨大な映像コンテンツのアップロードによるストレージサーバ負荷の増加や、ネットワークにおけるトラフィック量の増加が深刻な問題となっている。従来、個々の映像コンテンツの情報量は、H.265/HEVCやH.264/AVC等の既存の映像圧縮によって、情報量を削減していたが、映像コンテンツ自体のデータ数が増加しているため、ネットワーク全体の情報量が増加し続けている問題がある。

2. 研究の目的

本研究では、異なる映像コンテンツ間においても高い相関がある場合があることを考慮し、圧縮対象の映像を、既に圧縮された映像を利用して、情報量を削減するアルゴリズムを提案する。その結果、類似映像を利用することで映像群全体を圧縮することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究のアルゴリズムを大きく以下の2ステップに分けて研究を行った。

(1) 信号予測・適応的信号変換アルゴリズムの構成

通常の映像圧縮では、圧縮対象領域を同一フレーム、ないしは隣接フレームの類似領域を用いて予測し、予測残差成分に離散コサイン変換(DCT)を用いて信号変換を施す。従来のDCTは全ての映像に対して最適な変換ではないため、映像毎に圧縮性能を特化させるためには適応的信号変換、即ち複数の性質の異なる信号変換から、信号の特徴に適した変換を選択する必要がある(図1参照)。ただし、適応的信号変換を用いる際に、“どの変換を選択したか”を表す付帯情報が発生するので、適応的信号変換の数は必要最小限に抑えなければならない(図1参照)。本ステップでは適応的信号変換群の規模を抑えながら変換効率を高める適応的信号変換の構成法を検討した。

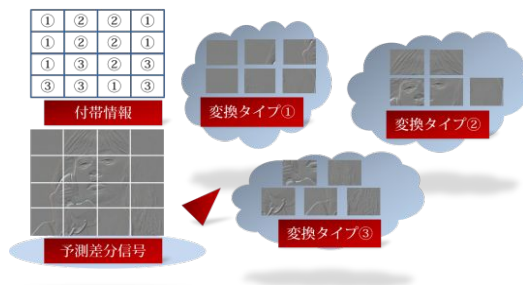


図1: 適応的変換と付帯情報

(2) デコーダ側での適応的信号変換情報の復元アルゴリズムの構成

映像を構成する画像フレームでは、各領域の近傍で類似性があるため、類似領域の適応的信号変換にも高い相関があると考えられる。そこで、適応的信号変換から発生する付

帯情報を削減するために、重要な領域の情報のみを伝送し、伝送しない領域の付帯情報はデコーダ側で周辺の情報から復元する方法を検討した。

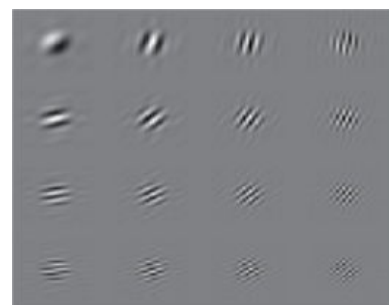
4. 研究成果

(1) 適応的信号変換の構成法としてコサインサイン変調フィルタバンクを提案した。従来のDCTでは基底画像に指向性が無いため(図2参照)画像フレーム中に存在する様々な方向エッジ成分を効率良く表現することができない。一方本変換法は、基底画像に指向性があるため(図2参照)様々な方向成分(エッジ成分)を効率良く表現することが可能である。更に変換群の規模も小さく抑えることができるため、付帯情報量もKLT・特異値分解・K-SVD等と比較して、小さく抑えることが可能となる。また、信号予測手法の一種であるリフティング処理をコサインサイン変調フィルタバンクの内部に導入することが可能となるので、予測・適応的信号変換アルゴリズムをシームレスに統合することが可能となった。

本ステップではまた、コサインサイン変調フィルタバンクの演算コストを削減することを目的として、高速複素アダマール変換を提案した。コサインサイン変調フィルタバンクの変換処理では、実数精度で演算しているため、乗算器に大きな演算コストを要していた。一方高速複素アダマール変換では、基底画像が指向性を満たし、かつ整数精度で変換が実行できるため、テクスチャの様々な方向性が効率よく表現でき、かつ演算コストを大幅に削減できた。



(a)DCT



(b)コサインサイン変調
フィルタバンク

図2 基底画像例

(2) デコーダ側での適応的信号変換情報の復元アルゴリズムとして、デモザイキングを考慮したカラー復元アルゴリズムに基づく手法を提案した。カラー画像は、R、G、Bの3チャンネルから構成されるが、その代表的

な画像取得方法として、まず Bayer データと呼ばれる、各 R, G, B の部分的な信号を有する 1 チャンネルの画像形式で撮影し、次に未取得の色情報を、周辺の既知カラー信号の重み付き加重和によって予測・補間を行う方法がある（デモザイキングと呼ばれる）。カラー信号（R, G, B）は非常に相関が高いため付帯情報削減が期待できるが、上記デモザイキングの仕組みを利用することで、効率よく付帯情報を削減することが可能となる。具体的には、3 カラーチャンネルを統合によって 1 チャンネル画像（グレー画像）に統合し、デモザイキングの逆過程（逆問題）を利用してデコーダ側で復元するアルゴリズムを構成した（図 3 参照）。デコーダ側で情報復元を行う点では従来から検討されている Distributed video coding の考え方に類似している。本アルゴリズムを使用することによって大幅な情報量削減を実現した。

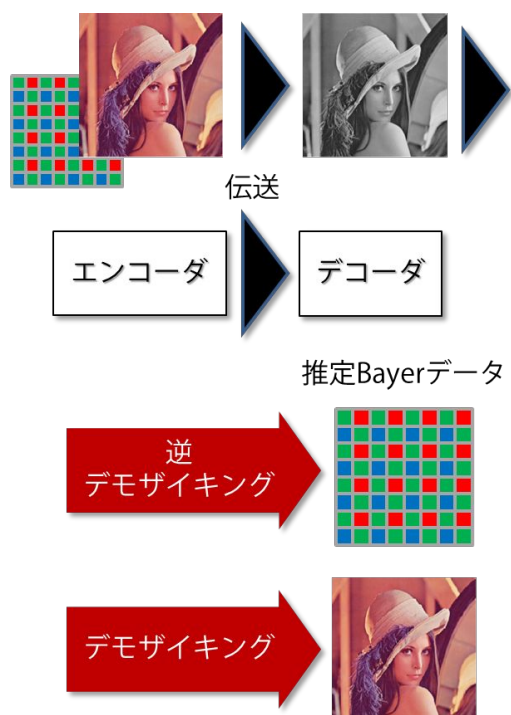


図 3 デモザイキングを利用した映像伝送

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 2 件)

- 1 Seisuke Kyochi and Yuichi Tanaka, "General Factorization of Conjugate-Symmetric Hadamard Transforms," IEEE Trans. Signal Processing (査読有, 採録決定). DOI: 10.1109/TSP.2014.2326620
- 2 Taichi Yoshida, Seisuke Kyochi, and Masaaki Ikehara, "Two Dimensional M-Channel Non-Separable Filter

Banks based on Cosine Modulated Filter Banks with Diagonal Shifts," IEICE Trans. Fundamentals, vol. E96-A, No.8, pp. 1685-1694, 2013 (査読有). DOI:10.1587/transfun.E96.A.1685

〔学会発表〕(計 10 件)

- 1 Seisuke Kyochi and Masaaki Ikehara, "Fractional Cycle Spinning via Modulated Lapped Transform for Overcomplete Image Representation," IEEE ICIP 2014, Paris, France, Oct. 2014, accepted.
- 2 Ryo Kuroiwa, Ryo Matsuoka, Seisuke Kyochi, Keiichiro Shirai, and Masahiro Okuda, "Lossless/Near-Lossless Color Image Coding by Inverse Demosaicing," IEEE ICASSP 2014, Florence, Italy, May 7, 2014.
- 3 黒岩諒, 松岡諒, 京地清介, 白井啓一郎, 奥田正浩, "Near-lossless color image coding using demosaicing-based colorization," 第 28 回信号処理シンポジウム, B3-3, 下関, 2013 年 11 月 21 日.
- 4 京地清介, 鈴木大三, 田中雄一, "2 次元非可分型リフティング構造に基づくコサイン・サイン変調フィルタバンクの設計," 第 28 回信号処理シンポジウム, C2-2, 下関, 2013 年 11 月 20 日.
- 5 Seisuke Kyochi, Taizo Suzuki, and Yuichi Tanaka, "A two-dimensional non-separable implementation of dyadic-valued cosine-sine modulated filter banks for low computational complexity," Proc. of APSIPA ASC 2013, Kaohsiung, Taiwan, Nov. 1, 2013, (Invited Paper).
- 6 京地清介, 鈴木大三, 田中雄一, "二進係数に基づくコサイン・サイン変調フィルタバンクの設計," 電子情報通信学会信号処理研究会, 信学技報, vol. 113, no. 191, SIP2013-83, pp. 91-96, 2013 年 8 月 30 日.
- 7 Taizo Suzuki, Seisuke Kyochi, Yuichi Tanaka, Masaaki Ikehara, and Hiroto Aso, "Multiplierless lifting based FFT via fast Hartley transform," IEEE ICASSP 2013, Vancouver, Canada, May 28, 2013.
- 8 Seisuke Kyochi, Taizo Suzuki, and

Yuichi Tanaka, "A Directional and Shift-Invariant Transform Based on M-channel Rational-Valued Cosine-Sine Modulated Filter Banks," APSIPA ASC 2012, Hollywood, CA, Dec. 5, 2012.

- 9 鈴木大三, 京地清介, 田中雄一, 池原雅章, 阿曾弘具, "高速ハートレー変換に基づくFFTアルゴリズム," 第27回信号処理シンポジウム, C5-1, pp. 537-542, 石垣, 2012年11月29日.
- 10 京地清介, 田中雄一 "実・複素行列分解に基づく共役対称複素アダマール変換の完備性に関する検討," 第27回信号処理シンポジウム, C5-2, pp. -, 石垣, 2012年11月29日.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

京地 清介 (KYOCHI, Seisuke)
北九州市立大学 国際環境工学部 講師
研究者番号: 70634616