

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 19 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26540077

研究課題名(和文)多項式を用いた視覚的に自然な高圧縮映像符号化

研究課題名(英文)Visually natural video compression using polynomial

研究代表者

大町 真一郎(Omachi, Shinichiro)

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：30250856

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：符号化により映像のサイズを大幅に縮小する技術は効率の良い伝送に不可欠である。しかし、圧縮率を上げるとノイズが発生し、視認性が失われることが問題となる。本研究課題では、高圧縮時にも視覚的に自然な映像を復元できるような技術を開発することを目的とし、多項式表現による符号化、画像生成による符号化、オブジェクト抽出による符号化などについて研究を行い、従来法と比べて同程度のサイズでより視覚的に自然な映像を生成できる手法を開発した。

研究成果の概要(英文)：Reducing the size of the video by encoding is a technique necessary for efficient transmission. However, if the compression ratio increases, the visibility will be deteriorated. The aim of this research is to develop a technique that can transmit visually natural videos even at the high compression rate. We studied encoding with polynomial representation, encoding by image generation, encoding by object extraction, and have developed a method that can produce visually natural videos compared with the conventional methods.

研究分野：画像処理

キーワード：映像符号化

1. 研究開始当初の背景

符号化により映像のサイズを大幅に縮小する技術は効率の良い伝送に不可欠である。しかし、圧縮率を上げるとノイズが発生し、視認性が失われることが問題となる。HEVCをはじめ、多くの映像圧縮手法ではブロック分割と離散コサイン変換が用いられているが、圧縮率が極端に高い場合、ブロックノイズが発生し視覚的に激しく劣化する。ブロック分割をしない方法として JPEG2000 で採用された離散ウェーブレット変換を用いた方法があるが、処理の複雑さのためにあまり利用されていないのが現実である。ブロックノイズの軽減を含め、高圧縮時の映像伝送において視認性を高めることは重要な課題である。

2. 研究の目的

本研究課題では、超高圧縮時にもブロックノイズを極力抑え、視覚的に自然な画像や映像の符号化を実現する手法を開発することを目的とする。

3. 研究の方法

画像や映像を対象として、ブロックノイズを軽減するためのさまざまな方策を検証し、有効な手法を開発する。まず多項式を用いた画像表現方法について検討し、符号化に用いた場合の有効性について実験的に検討する。また、多項式表現に限らず、さまざまな画像処理手法や画像認識法を駆使し、高圧縮時の映像伝送において視認性を向上する手法について検討する。手法の良さの評価には PSNR および主観評価を用いる。

4. 研究成果

(1) 多項式を用いた画像表現

多項式を用いて画像を表現するために、直交多項式を用いて画像を近似する方法について検討した。直交多項式には様々な種類があり、重み関数や定義域が異なる。直交多項式として、ルジャンドル多項式、チェビシェフ多項式、ラゲール多項式を用い、多項式の次数を様々に変えて元の画像との平均二乗誤差を求めるとして評価を行った。

一方、よく用いられる最小二乗法による近似との比較も行なった。最小二乗法を用いた場合は、次数が 10 より大きい場合は計算精度の問題で適切な近似結果が得られないこと、直交多項式の中ではルジャンドル多項式の近似精度が最も良いことなどを確認した。

ただし、画像によってその効果が大きく異なることも確認され、安定した符号化に利用するには不安定さに関する問題を解決する必要があることも確認された。

(2) 画像抽象化を用いた分割符号化

画像を抽象化し、意味のある領域に分割することで、高圧縮時にも視覚的に自然な画像圧縮を実現する手法を開発した。画像抽象化は画像中のエッジを残しつつ、画像の複雑さ

を軽減することができる画像加工手法の一つである。

符号化対象の画像に対して、まず画像抽象化の処理を施す。これにより、画像中のエッジやオブジェクトの特徴を保持しつつノイズや高周波数成分を除去することが可能となる。また、処理の反復回数によってその抽象度を変化させることが可能なので、重要度によって単純化のレベルを調整することも可能である。

次に、画像中のオブジェクトを抽出するために領域分割を行う。領域分割には、グラフ理論を利用した手法を用いる。まず初期値として各ピクセルを一つ一つの領域と定義し、隣り合うピクセル同士が同じ領域に属するかどうかを計算し統合していく。統合の基準としては、輝度値が近いかどうかを基本とし、領域の大きさによる重み付けにより精度を向上させている。一方で、画像の重要性を評価するために視覚的顕著性を用いる。こちらでもグラフベースの手法を用い、画素ごとに顕著性の高さを表した顕著性マップを生成する。そして、分割された領域ごとに顕著性マップの平均を求め、閾値により前景領域と背景領域を設定する。

符号化には画像抽象化と相性の良い PNG のインデックスカラーモードを用いる。すなわち、色情報をピクセルごとに保存するのではなく、カラーマップと呼ばれる色を定義したテーブルを用意し、そのテーブルの参照番号を指定することによって画像を表現する。まず減色処理を行う。前景は元の品質をなるべく維持するため原画像を用い、背景はデータ量とノイズの削減のために抽象化画像を用いる。そして、前景と背景のそれぞれの色ベクトルに対してクラスタリングを行う。そして、得られた色ベクトルの平均を用いて PNG 符号化処理を行う。

提案手法により符号化した画像の例を図 1 に示す。サイズがほぼ等しい JPEG による結果も合わせて示してある。



(a) 提案手法



(b) JPEG

図 1 抽象化による分割符号化

(3) 画像生成による符号化

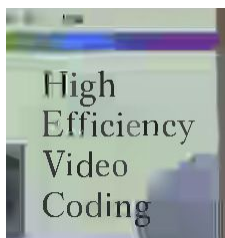
テキストを含む動画を対象とし、テキスト領域を画像としてではなくテキスト情報とテキストの属性として伝送し、受信側で再構成することで視覚的に自然な動画の伝送を実現する手法を開発した。

動画が入力されると、符号器は文字検出器を使用してテキスト領域を検出し、文字パラメータを抽出する。文字パラメータとしては、横位置、縦位置、字種、大きさ、フォント、文字色、背景色、ぼかしの8項目を用いる。その後、テキスト領域を背景領域付近の値で塗り替える画像処理（差分画像の生成）を行う。最後に、画像処理後の動画に対して既存のブロックベースの符号化規格であるHEVCにより符号化を行い、文字パラメータとともにバイナリデータとして出力する。復号器は符号器で生成した動画と文字パラメータによって生成される文字画像を使用して元画像を復元する。

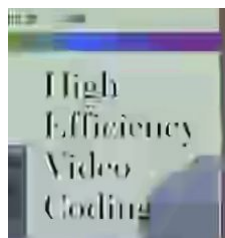
提案手法により符号化した動画の例を図2に示す。テキストを含む領域の1フレームを示してある。(a)が原画像、(b)が提案手法による符号化と復号、(c)がHEVCによる符号化と復号により生成された画像である。



(a) 原画像



(b) 提案手法



(c) HEVC

図2 画像生成による符号化

(4) オブジェクト抽出による符号化

視覚的に自然な符号化を実現するために、人間の視覚特性を考慮したオブジェクト抽出による符号化方法を開発した。HEVCの前処理としてオブジェクトを自動で抽出し、人間の注意が向かない背景のみの品質を劣化させることで、オブジェクトの画質を保持しつつビットレートを大幅に削減する。

提案手法はオブジェクト抽出部と背景劣化部に分けられる。オブジェクト抽出部では、視覚的顕著性や動画特有の時間的相関の高さなどの情報を利用することで入力動画から自動でオブジェクトが存在する領域(前

景)を抽出する。前景と背景を正確に分離するために、それぞれの領域を混合ガウス分布でモデル化し、グラフカットによる最適化を行っている。背景劣化部では、前景以外の領域(背景)のみを、前景からの距離に応じた平滑化処理によって劣化させる。そして、このようにして背景のみが劣化された動画をHEVCを用いて符号化する。

提案手法により符号化した動画の例を図3に示す。(a)が提案手法による符号化と復号、(b)がHEVCによる符号化と復号により生成された画像である。



(a) 提案手法



(b) HEVC

図3 オブジェクト抽出による符号化

(5) デブロッキングフィルタによる後処理

符号化プロセスには手を加えず、デブロッキングフィルタを後処理に用いることにより視覚的に自然な動画を生成する手法についても検討した。フィルタリングには畳み込みニューラルネットワークを用いた。

動画をブロックに分割し、元の画像を教師データ、劣化した画像を入力データとして、畳み込みニューラルネットワークで学習させる。学習に用いた動画とは異なる動画をを用いて実験を行ったところ、PSNRが最大で数%程度改善することが確認された。

(6) スパースコーディングを用いた符号化

離散コサイン変換を用いた一般的な符号化ではブロックノイズが発生しやすいため、スパースコーディングを用いた手法を検討した。対象の画像をうまく表すことのできる基底の線形結合で画像を表現することにより、ノイズの軽減が期待できる。

離散コサイン変換で苦手とする高周波数成分を多く含む画像としてテキストを含む画像情景画像を対象とし、テキストに特化した基底を用いることで一般的な圧縮方法よりもブロックノイズが軽減できることを確認した。結果の例を図4に示す。JPEG2000に

よる結果も合わせて示してある。また、動画像を対象とし、最初の数フレームから基底を生成し、残りのフレームを符号化することで効率の良い圧縮を実現する手法を開発した。



(b) 提案手法 (c) JPEG2000

図4 スパースコーディングを用いた符号化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計8件)

Kazuya Ogasawara, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi, Object-Based Video Coding by Visual Saliency and Temporal Correlation, IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, 査読有, 印刷中, 2017

DOI: 10.1109/TETC.2017.2695640

Yosuke Nozue, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi, Efficient Coding for Video Including Text Using Image Generation, Journal of Information Processing, 査読有, Vol.24, No.2, 2016, pp.330-338

DOI: 10.2197/ipsjjip.24.330

菅谷至寛, 土田寛子, 大町真一郎, 画像抽象化と三次元情報を用いた領域分割, 画像電子学会誌, 査読有, Vol.45, No.1, 2015, pp.62-79

〔学会発表〕(計48件)

大平康太, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎, 重要度を考慮した情景画像中における文字情報抽出, 電子情報通信学会総合大会学生ポスターセッション, 2017年3月23日, 名城大学(名古屋市) 八重樫日菜子, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎, スパースコーディングを用いた動画像符号化に関する検討, 電子情報通信学会総合大会学生ポスターセッション, 2017年3月23日, 名城大学(名古屋市)

Antoine Chauvet, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi, Adaptive post filter for reducing block artifacts in High Efficiency Video Coding, 2016 International Conference on Multimedia Systems and Signal Processing, 2016年9月4日, 新北市(台湾)

井上慶祐, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎, スパースコーディングを用いた

テキストを含む画像符号化に関する検討, 電子情報通信学会画像工学研究会, 2016年7月1日, 沖縄セルラー電話(那覇市)

Kazuya Ogasawara, Tomo Miyazaki, Yoshihiro Sugaya, and Shinichiro Omachi, Object-based Video Coding for Arbitrary Shape by Visual Saliency and Temporal Correlation, Eighth International Conference on Creative Content Technologies, 2016年3月21日, Rome (Italy)

小笠原和也, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎, 顕著性マップとGrabCutによる注目物体抽出を用いた動画像符号化, 電気関係学会東北支部連合大会, 2015年8月28日, 岩手県立大学(滝沢市)

石森亮輔, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎, 画像抽象化による分割圧縮効果改善の検討, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 2015年2月19日, 東北大学(仙台市)

大町真一郎, 文字認識技術の変遷と最新動向, マシンビジョン研究会 第2回研究会, 2015年1月27日, TKP ガーデンシティ仙台勾当台(仙台市)

石森亮輔, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎, オブジェクトベースの符号化のための画像抽象化を用いた分割圧縮, 画像符号化シンポジウム, 2014年11月13日, ラフォーレ修善寺(伊豆市)

野末洋佑, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎, 文字パラメータを利用した動画像中の文字の高効率符号化, 画像符号化シンポジウム, 2014年11月12日, ラフォーレ修善寺(伊豆市)

石森亮輔, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎, 抽象化を用いた画像圧縮のための領域分割, 電気関係学会東北支部連合大会, 2014年8月22日, 山形大学(米沢市)

野末洋佑, 宮崎 智, 菅谷至寛, 大町真一郎, A Video Coding Method for Scene Text, 電気関係学会東北支部連合大会, 2014年8月22日, 山形大学(米沢市)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大町 真一郎 (OMACHI, Shinichiro)

東北大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号: 30250856