

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24300066

研究課題名(和文) 動画中の物体検出および符号化のための多項式を用いた時系列マッチング法の開発

研究課題名(英文) Development of time series matching method by polynomials for object detection in videos and coding

研究代表者

大町 真一郎(Omachi, Shinichiro)

東北大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：30250856

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,600,000円

研究成果の概要(和文)：動画は情報の正確な伝達手段であり、様々な状況下で効率よく動画を伝送する方法の開発が望まれている。本研究課題では、動画中の物体を認識することで重要な領域を高精度に検出し、領域分割の技術と組み合わせることで効率の良い符号化を実現する手法を開発した。実際の動画を用いて、主観評価及び定量評価により提案手法を総合的に評価し、従来の標準的な手法と比較して有効であることを確認した。

研究成果の概要(英文)：Video is a powerful tool for transmitting information. It is desired to develop a methodology for transmitting video under various conditions. In this research project, we have developed a method for efficient video coding method utilizing the technique of image segmentation by recognizing objects in the video and extracting important regions. Using video sequences, subjective evaluation and quantitative evaluation were conducted. The experimental results confirmed that the proposed method was more effective than the conventional method.

研究分野：画像処理

キーワード：画像・映像符号化 画像処理 画像認識

### 1. 研究開始当初の背景

東日本大震災の際、津波などの実際の状況が正確に伝わらなかったことが被害の拡大につながった。映像が情報の正確な伝達手段であることは間違いなく、通信網が分断され、大規模な輻輳が発生している状況下で効率よく映像を伝送する方法論の開発は喫緊の課題となっていた。一般的な画像・映像符号化では、全体を一様に圧縮するため、その画像から本来得たかった重要な情報が劣化により消失してしまう可能性がある。人間にとって重要な情報を残したまま高圧縮を行うために、領域分割を行い領域ごとに圧縮効率を変える分割圧縮を活用することが有効であると考えられるが、精度の高い領域分割や重要さの判断が必要となる。

### 2. 研究の目的

本研究課題では、動画像中の物体を認識することで重要な領域を実時間で高精度に検出し、オブジェクトベースの動画像符号化に適用することで重要な情報を保持したまま映像を高効率に符号化する手法を開発することを目的とする。

### 3. 研究の方法

時系列画像を対象とした物体認識および領域分割の手法を開発する。開発した手法をベースとして、動画を効率よく符号化する技術を開発する。動画をを用いた符号化実験を行い、定量評価および主観評価を行う。

### 4. 研究成果

#### (1) 時系列画像中の物体認識

動画像中の物体をロバストに認識するために、時系列画像を対象とした物体認識法について検討した。その結果、空間軸方向のテンプレートマッチングと時間軸方向の予測・更新を融合したアルゴリズムを提案した。具体的にはカルマンフィルタを活用し、画像から抽出された物体(領域)のそれぞれについてカルマンフィルタによる追跡を行う。追跡している対象がユーザの意図している動画像中の重要な物体であれば、テンプレートマッチングによる類似度が複数フレームにわたって高い値で推移するが、ノイズや意図しない物体であれば連続したフレームで安定して追跡できない。また、時間とともに見えが変化する物体を安定して抽出するために、見えの変化を状態遷移図でモデル化し、状態遷移に応じた重みづけを行う手法を提案した。提案手法により、フレームによって見えが変化する物体を安定して検出し、ノイズであれば除去することを可能とした。

また、動画像の複数フレームを利用することで低解像度の画像を高精度に認識する手法についても検討した。相互部分空間法を基本とし、複数フレームの画像から部分空間を構築し、学習データから得られた部分空間と比較することで認識を行う。その際、正確な

位置合わせのために位相限定相関法を用い、低解像度画像のノイズ除去のためにウィーナフィルタを活用する。相互部分空間法の構築に膨大な処理時間がかかることから、固有ベクトルの性質を考慮し、第1固有ベクトルと第2以下の固有ベクトルを分離することで効率よく計算を行う手法を提案した。

さらに、画像全体から効率的に目的の物体を検出するために、探索領域を効率的に絞り込む手法を提案した。具体的には、Random Forest と呼ばれる機械学習アルゴリズムにより、検出対象となる物体の特徴を学習する。画像を小領域に分割し、各小領域がその特徴を持つかどうかを高速に判定する。提案手法により、時間をかけずに探索領域を半分以下に縮小することが可能となった。

#### (2) 画像の領域分割

画像の領域分割に関しては、画像抽象化を利用した手法を開発した。画像抽象化は、画像の特徴を保持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り、本研究課題の目的である、人間にとって重要な情報を保持したまま画像を圧縮する目的と合致している。また、処理反復回数によって単純化レベルを調整することが可能なため、領域分割で得られた領域毎に単純化レベルを調整することで、圧縮レベルを調整することが可能である。

そして、画像抽象化の結果を、グラフ理論を利用した手法によりスーパーピクセルに分割する。エッジの重みはピクセル間の輝度値の差とし、エッジの両端の領域を接続する処理を繰り返すことで適切な分割を得る。さらに、ステレオカメラにより得られる三次元情報を利用することにより、物体をより忠実に抽出することが可能になる。図1に提案手法による領域分割結果の例を示す。



(a) 原画像



(b) 領域分割結果

図1 領域分割結果の例

### (3) 動画の符号化法

物体認識と領域分割を組み合わせることによる効率的な動画符号化法を検討した。テキストの存在する領域を人間にとって重要な領域と位置づけ、テキスト情報の可読性を保ったままファイルサイズを極力小さくする動画符号化法を開発した。様々な品質の文字画像を用い、文字の可読性を主観評価により定量化し、文字の可読性を保ちつつ、文字領域のデータを最小化する量子化テーブルを作成する手法を検討した。また、背景領域のデータの削減方法についても検討し、符号化アルゴリズムを構築した。提案手法により符号化した画像の例を図2に示す。



(a) 提案手法



(b) 一様圧縮

図2 提案手法と一様圧縮の比較

また、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可読性の高い動画の伝送を実現する手法についても検討した。画像からテキスト領域を検出し、属性を8項目で表す。伝送路にはテキストを除去した画像とこのテキストの属性を送り、受信側ではこれらを合成して出力する。提案手法のエンコードとデコードのブロック図を図3に示す。

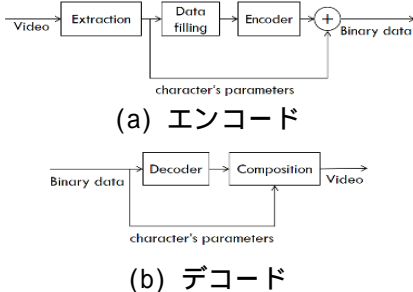


図3 テキスト情報の効率的な伝送

図4に、提案手法と従来手法の符号化結果の例を示す。



(a) 提案手法 (b) 従来手法

図4 動画符号化結果の例

### (4) 評価

提案手法の有効性を、主観評価及び定量評価により総合的に評価した。主観評価については、複数の被験者による平均オピニオン評定、定量評価は、PSNR および SSIM を用いた。静止画の場合は標準的な JPEG、動画の場合は標準的な H.264 と比較して、提案手法の方が優れていることを確認した。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計13件)

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, 2015年

Tomoki Matsuzawa, Raissa Relator, Wataru Takei, Shinichiro Omachi, Tsuyoshi Kato, Mahalanobis Encodings for Visual Categorization, IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 査読有, 2015年

勝山 裕, 大町真一郎, Hybrid Compact MQDF による文字認識システムの開発, 電子情報通信学会論文誌 D, 査読有, J98-D 巻, 2015年, 309-318

DOI: 10.14923/transinfj.2014JDP7090  
Koichi Kise, Shinichiro Omachi, Seiichi Uchida, Masakazu Iwamura, and Marcus Liwicki, Data Embedding into Characters, IEICE Transactions on Information and Systems, 査読有, E98-D 巻, 2015年, 10-20

DOI: 10.1587/transinf.2014MUI0002  
奥木翔平, 菅谷至寛, 大町真一郎, 色変化を用いた文字パターンへの階層的な付加情報埋め込み, 画像電子学会誌, 査読有, 43巻, 2014年, 525-533

[http://www.iieej.org/gakkaishi/IEEE\\_J\\_Vol43-No4.pdf](http://www.iieej.org/gakkaishi/IEEE_J_Vol43-No4.pdf)

Yutaka Katsuyama, Yoshinobu Hotta, Masako Omachi, Shinichiro Omachi, High Speed and High Accuracy Pre-Classification Method for OCR: Margin Added Hashing, IEICE Transactions on Information and Systems, 査読有, E96-D 巻, 2013年, 2087-2095

DOI: 10.1587/transinf.E96.D.2087  
Tsuyoshi Kato, Wataru Takei, and Shinichiro Omachi, A Discriminative Metric Learning Algorithm for Face

Recognition, IPSJ Transactions on Computer Vision and Applications, 査読有, 5巻, 2013年, 85-89  
DOI: 10.2197/ipsjtcva.5.85

〔学会発表〕(計60件)

Shuhei Toba, Ultra-low Resolution Character Recognition System with Pruning Mutual Subspace Method, IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan, 2015年6月, 台北(台湾)

Shun Chiba, Estimation of Gazing Points in Environment Using Eye Tracker and Omnidirectional Camera, IEEE International Conference on Consumer Electronics - Taiwan, 2015年6月, 台北(台湾)

石森亮輔, 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)

Tomo Miyazaki, Finding Stroke Parts for Rough Text Detection in Scene Images with Random Forest, Joint Conference of IWAIT and IFMIA, 2015年1月13日, 台南(台湾)

野末洋佑, 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, 2014年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)

石森亮輔, 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, 2014年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)

Tomo Miyazaki, Rough Detection of Text in Scene Images by Finding Stroke Parts, 2014 International Workshop on Electronics & Communications, 2014年10月27日, 成都(中国)

野末洋佑, A Video Coding Method for Scene Text, 平成26年度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)

石森亮輔, 抽象化を用いた画像圧縮のための領域分割, 平成26年度電気関係学会東北支部連合大会, 2014年8月22日, 山形大学工学部(米沢市)

大町真一郎, ビッグデータ時代の文字検出・文字認識技術 - 少数サンプルから大規模データへ -, 精密工学会・画像応用技術専門委員会サマーセミナー2014, 2014年8月20日, 岩松旅館(仙台市)

石森亮輔, 効率的な映像符号化のため

の画像抽象化の比較検討, 電子情報通信学会総合大会, 2014年3月19日, 新潟大学(新潟市)

Yosuke Nozue, A Video Coding Method for Preserving Character Region Quality, 2013 International Workshop on Emerging ICT, 2013年10月29日, 東北大学(仙台市)

兼子翔太, 文字情報を高精細に伝送するための量子化テーブルの検討, 画像の認識・理解シンポジウム, 2013年7月31日, 国立情報学研究所(東京都)

茂泉拓紀, ステレオカメラを用いた交通信号灯認識高精度化の実験的検討, 画像の認識・理解シンポジウム, 2013年7月31日, 国立情報学研究所(東京都)

兼子翔太, 画像中の文字情報伝送のための画像圧縮法, 電子情報通信学会総合大会, 2013年3月21日, 岐阜大学(岐阜市)

兼子翔太, 文字情報を高精細に伝送するための画像圧縮法, 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 2013年2月21日, 大阪府立大学(堺市)

Yoshihiro Sugaya, Compression of Scene Images by Region Segmentation and Text Detection, 15th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications, 2012年9月27日, 台北(台湾)

土田寛子, 画像抽象化と視差情報を用いた領域分割, 画像の認識・理解シンポジウム, 2012年8月8日, 福岡国際会議場(福岡市)

〔図書〕(計1件)

白鳥則郎, 大町真一郎, 陳謙, 大町方子, 宮田高道, 長谷川為春, 早川吉彦, 加瀬澤正, 塩入諭, 共立出版, 画像処理, 2014年, 232(1-8, 23-37, 175-189)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

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

(2) 研究分担者

大町 方子 (OMACHI, Masako)  
仙台高等専門学校・生産システムデザイン  
工学専攻・准教授  
研究者番号: 90316448