

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：10103

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500270

研究課題名(和文)災害時にも利用可能な低ビットレートによる画像・動画通信の研究

研究課題名(英文)A study on low bit rate communication for images and videos in a time of disaster

研究代表者

鈴木 幸司 (SUZUKI, Yukinori)

室蘭工業大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：00179269

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：災害時に安否確認や被害状況の確認を画像・動画をを用いて行えるよう通信ネットワークに負荷がかからない(輻輳状態を引き起こさない)低ビットレートによるベクトル量子化に基づく画像・動画の符号化について研究した。本研究では次の成果を挙げる事ができた。(1)ベクトル量子化による最適なコードブックの構築と画像の符号化,(2)画像からの顕著性領域抽出による符号化の効率化,(3)オプティカルフローと自己回帰モデルによる動きベクトルのモデル,(4)動画における動きベクトルを用いたグローバル動き補償。ストリーミングをさらに研究し携帯通信端末に実装する必要がある。

研究成果の概要(英文)：We investigated low bit-rate images and/or videos coding algorithm to avoid congestion, which is useful in time of disaster. The results of study for three years are 1) optimal code book design and image coding, 2) saliency region extraction and coding, 3) a model of motion vector by optical flow and an autoregressive model, 4) global motion compensation to group motion vectors. In future study, it is necessary to develop effective streaming technology to implement the coding algorithms into mobile communication terminals.

研究分野：ソフトコンピューティング

キーワード：画像・動画圧縮 ベクトル量子化 顕著性領域 動き補償 クラスタリング

1. 研究開始当初の背景

(1) 2011年3月11日に発生した東日本大震災においては家族、親戚、友人の安否情報や被災の状況を画像・動画像で知ることができれば最も現状を正確に視覚的に確認できるため効果的である。また、画像・動画像によって家族や友人の様子を知ることができれば安心感を与えることは論を待たない。しかし、災害時においては、通信ネットワークの輻輳状態(通信が要求過多となって通信が成立しなくなる状態)になることを回避するために通信を制限することが求められる。研究グループでは、これまで科学研究費補助金を得てベクトル量子化に基づく画像・動画像の符号化について研究してきた。これまでの研究成果を踏まえて24年度からの科学研究費による研究プロジェクトでは、輻輳状態を引き起こすこと避けられるような災害時に利用できる画像・動画像の符号化について研究した。

(2) 画像・動画像の符号化は、知覚的に差異がないようにデータ量をなるべく少なくすることである。静止画像においては、JPEG規格が動画像においては、MPEG規格が標準として用いられている。JPEGによる符号化では、画像をブロック分割した後、離散コサイン変換、量子化行列による演算によってエネルギーの少ない成分を削除することによって符号化(圧縮)を実現している。デコードは逆離散コサイン変換による演算が必要となる。MPEGの符号化においては、15フレームを基本単位としてI、B、P画像より構成されている。I画像は静止画像と同様に符号化し、B、P画像はI画像からの予測による符号化を行っている。JPEG、MPEGによる符号化・通信は十分な通信帯域が確保されていることが前提条件となっており災害時のように輻輳状態が想定される環境では利用が困難となる。

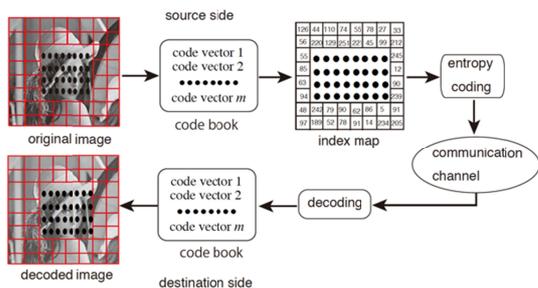


図1 ベクトル量子化の概念図

(3) 図1 (Y.Suzuki, H. Sakakita, and J. Maeda, BIOSIGNAL2015, pp. 198-205, 2015 から引用) はベクトル量子化の概念図を示している。ベクトル量子化では画像をブロック分割することによって予め作成したコードブックに登録された画像ブロックに最も近いブロックに分割した画像ブロックを置き換えることによって符号化する。このためコードブックを作成すると計算負荷を

ほとんど必要としない。このことから演算能力の小さな通信端末に効果的な符号化法と考えることができる。このため本研究で開発するベクトル量子化に基づいた画像・動画像の符号化は災害時における通信に適していると考えられる。本研究プロジェクトではソフトウェアの方法論を用いて災害時にも利用可能低ビットレート通信を実現する。

2. 研究の目的

(1) このため図2に示されるようにベクトル量子化に基づいた通信ネットワークになるべく負荷を与えないような画像・動画像の符号化、通信のためのパケット化、ストリーミング技術について研究する。

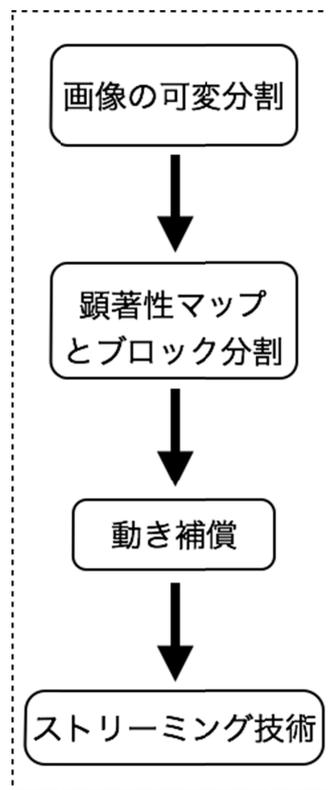


図2 研究プロジェクト全体

(2) 画像のフラクタル次元を用いた可変分割の研究。これまでのベクトル量子化を用いた画像のブロック分割では、ブロックサイズを2x2, 4x4, 8x8のように固定で分割している。このため画像の複雑さは分割ブロックサイズに反映されていない。これでは効率的な符号化はできないと考えられる。これまで本研究グループではフラクタル次元を用いて画像の複雑さに基づいてブロック分割する方法を提案している。本研究プロジェクトではこれまでの研究に基づいてさらに最適な分割を目指す。画像がブロックに分割できればコードブックを構築するための学習ベクトルを得ることができる。画像の圧縮率を高め複合化した画像の画質を向上させる

ためにはコードブックを最適化する必要がある。コードブックの構築は、学習ベクトルのクラスタリングによって行うことができる。本研究ではクラスタリングアルゴリズムとしてファジィクラスタリングを用いることとする。しかし、ファジィクラスタリングは初期値依存性があるため初期値を適切に決める必要がある。そのため Affinity Propagation アルゴリズムに注目し、クラスタリングにおける初期値の最適化を行う。このことによってファジィクラスタリングの初期値問題を解決し、最適なコードブックを構築する。

(3) 災害時においては画像中から必要な情報を選択的に抽出する必要がある。このため本研究では、画像・動画画像から顕著性領域を抽出し、顕著領域とその他の領域で符号化におけるブロック分割のサイズを変えることによって通信負荷を軽減すると同時に必要な情報を送信するアルゴリズムを見出す。また、動画画像を効果的に符号化するために、顕著領域物体の動き補償を行うことが重要である。動きは曖昧さを含んでいるためファジィ理論を用いることを検討する。また、オプテカルフローによる動きベクトルを算出し、自己回帰モデルによる動きベクトルの予測モデルについて研究する。顕著領域の抽出、動き補償から動画画像の動き補償アルゴリズムを開発する。

(4) 画像・動画画像の符号化アルゴリズムが開発できるとこれを通信ネットワークで送受信するための効率的なパケット化や動画を配信するためのストリーミング技術を開発する必要がある。

3. 研究の方法

(1) これまでの科学研究費の研究によって画像の局所フラクタル次元 (LFD) を求めることによって画像を可変ブロックに分割するアルゴリズムを見出している。これまでは、ブロック分割を 2×2 , 4×4 , 8×8 の正方ブロックでの分割を判別分析に基づいて行っている。ベクトル量子化における画像の圧縮率は、分割されたブロック数とコードベクトル中のコードベクトル数によって決まる。このため低ビットレート通信を実現するためには画質を保持しつつ画像の分割数とコードベクトル数を減少させる必要がある。このためフラクタル次元によって画像の複雑さに基づいた分割について研究する。また、コードベクトルの数を圧縮した画像質の観点から最適化する。このため Affinity Propagation と遺伝的アルゴリズムでクラスタリングを行う。

(2) 災害時に対応した低ビットレート通信を行うためには、画像・動画画像から顕著領域を抽出し、その他の部分は必要に応じて削減することが望ましい。画像・動画画像の中から顕著領域を抽出するアルゴリズムを Achanta らの方法に基づいて構築する。顕著領域とそ

れ以外の領域について分割するブロックサイズを変えることによって符号化を効果的に行うアルゴリズムを研究する。

(3) ベクトル量子化に基づく動画画像の符号化を効果的に行うためには分割ブロックに対応した動き補償アルゴリズムを研究する必要がある。オプテカルフローによって動きベクトルを求め複数のブロック動きベクトルを一つに統合するアルゴリズムについて研究する。ファジィ動きベクトルとして統合できれば効果的な符号化ができると考えられる。また、本研究では動きベクトルを自己回帰モデルによってモデル化し動きベクトルの予測を行うことによって効果的な符号化を研究する。

(4) ベクトル量子化によって符号化した画像・動画画像はインデックスマップとして送信される。インデックスマップは8ビットの符号なし整数であることから効率的な伝送方式を研究する。また、受信した画像・動画画像はコードブックによって復元される。動画画像をコードブックを用いてストリーミングするアルゴリズムを研究する。

4. 研究成果

(1) 本研究では、アルゴリズムが簡単で計算が容易なファジィクラスタリング (FCM) アルゴリズムに注目してコードブックの構築を行った。しかし、FCM アルゴリズムは初期クラスタに依存することが指摘されている。このため本研究では、Affinity Propagation (AP) アルゴリズムに注目して初期値の設定を行った。AP アルゴリズムは与えられたデータ点をクラスタ中心とするアルゴリズムであり、FCM アルゴリズムの初期値決定に有効であると考えられる。様々なテスト画像を用いて実験を行った結果、AP アルゴリズムは FCM アルゴリズムの初期値決定に効果的であることが示された。また、圧縮率を向上させるためには、コードベクトルの数を減少させることが必要となるため可変ブロックサイズについて検討を行っている。しかし、可変ブロックサイズはアルゴリズムが複雑になり圧縮の効果が期待できるかは疑問があり今後さらに検討を進める必要がある。また、進化計算によるコードブックの最適化については予備実験を行い良好な結果を得ているが、符号化についてはさらに研究を進める必要がある。

(2) 画像から顕著領域を抽出することによって符号化の効率を向上させた。画像から顕著領域を抽出する方法は Achanta らによって提案された方法を用いた。顕著性マップを2値化することによって顕著性領域を抽出した後、顕著領域とそれ以外の領域のブロック分割を可変にすることによってコードブックを作成し画質を向上させることができた。また、動画画像をベクトル量子化によって効果的に符号化するためにグローバル動き補償を導入しカメラの移動に伴うパンやチルド

による画像のグローバルな動きをベクトルで表すことによって効果的に符号化できた。(3)さらに、動きベクトルを自己回帰モデルによってモデル化し物体の動きを予測することによって効果的な動き補償について研究した。モデルで実験を行ったが、動画像の符号化に用いるレベルに至っていない。ストリーミング技術についてはアルゴリズムの検討を行った。

引用文献

Y. Suzuki, H. Sakakita, and J. Maeda, Effect of fuzzy and crisp clustering algorithms to design code book for vector quantization in applications, BIOSIGNAL2015, pp. 198-205, 2015.

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)

J. Maeda, T. Harada, S. Saga, and Y. Suzuki, Anisotropic dynamic-morphological-diffusion of noisy color images, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 査読有, vol. 18, pp. 204-212, 2014, https://www.fujipress.jp/JACIII/JACII00180002.html#no_180201.

西城良亮, 渡部修, DFD (Depth-Fused 3D) 表示が持つ奥行き情報の分析, 映像メディア学会誌, 査読有, 68巻, J165-J168, 2014, https://www.jstage.jst.go.jp/browse/itej/68/4/_contents/-char/ja/.

敦賀一貫, 渡部修, 透明視状況の方向識別能力に基づく二運動の脳内符号化様式の検討, 電子情報通信学会論文誌 D, 査読有, J97-D 巻, pp. 879-886, 2014, <http://search.ieice.org/bin/index.php?category=D&lang=J&vol=J97-D&num=4&abst=>.

H. Sakakita, H. Igarashi, J. Maeda, and Y. Suzuki, Evaluation of clustering algorithms for vector quantization in practical usage, IEEJ Trans. EIS, 査読有, vol. 143, pp. 1936-1937, 2014. DOI: 10.1541/ieej.134.1936

Teramoto W., Cui Z., Sakamoto S., and Gyoba J., Distortion of auditory space during visually induced self-motion depth, Frontiers in Psychology, 査読有, vol. 5, pp. 848-854, 2014. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00848.

Teramoto W., Kobayashi M., Hidaka S., Sugita Y., Vision contingent auditory pitch aftereffect, Experimental Brain Research, 査読有, vol. 229, pp. 97-102, 2013. DOI: 10.1007/s00221-013-3596-z

Teramoto, W., Hidaka, S., Sugita, Y., Sakamoto, S., Gyoba, J., Iwaya, Y., Suzuki, Y., Sounds can alter the perceived direction of a moving visual object, Journal of Vision, 査読有, 12 (3), pp.1-12, 2012. DOI: 10.1167/12.3.11

〔学会発表〕(計 17 件)

① 中易洋介, 前田純治, 鈴木幸司, 顕著性マップを用いた画質評価の実験的検討, 情報処理学会第77回全国大会, 2015年3月17日-2015年3月19日, 京都大学(京都府, 京都市)

② 鈴木直弥, 寺本涉, ヒトにおける自己と他者の身体近傍空間の共有表現の心理物理学的検討, 映像メディア学会ヒューマンインフォメーション研究会, 2015年3月10日, 東京農工大学(東京都, 小金井市)

③ Y. Suzuki, H. Sakakita, and J. Maeda, Effect of fuzzy and crisp clustering algorithms to design code book for vector quantization in applications, BIOSIGNAL2015, 2015年1月12日-2015年1月15日, Lisbon Marriott Hotel, ポルトガル

④ 桜澤昂, 渡部修, 顔画像の輝度変化による視線への影響, 平成26年度電気情報関係学会北海道支部連合大会, 2014年10月25日-2014年10月26日, 北海道科学大学(北海道, 札幌市)

⑤ 藤岡真央, 渡部修, 心理実験における非線形な知覚判断境界の適応的な推定, 平成26年度電気情報関係学会北海道支部連合大会, 2014年10月25日-2014年10月26日, 北海道科学大学(北海道, 札幌市)

⑥ Teramoto W., Takebe S., and Hidaka S., Influence of source features of visual stimuli on sound-contingent visual aftereffects, 2014年8月24日-2014年8月28日, Belgrade, Serbia

⑦ 佐藤恵一, 鈴木幸司, パーティクルフィルタを用いた複数物体追跡のハフ変換による観測手法の検討, 情報処理学会第76回全国大会, 2014年3月12日, 東京電機大学(東京都, 足立区)

⑧ 大林祐基, 鈴木幸司, 進化計算によるコードブックの最適化に関する研究, 情報処理学会だい76回全国大会, 2014年3月12日, 東京電機大学(東京都, 足立区)

⑨ 中易洋介, 鈴木幸司, 前田純治, 画像の顕著性に基づくベクトル量子化, 情報処理学会第76回全国大会, 2014年3月12日, 東京電機大学(東京都, 足立区)

⑩ 阿部真美, 鈴木幸司, 段階的可能性クラスタリングによるベクトル量子化, 情報処理学会第76回全国大会, 2014年3月12日, 東京電機大学(東京都, 足立区).

Teramoto W., Cui Z., Moishi K., Sakamoto S., Suzuki Y., and Gyoba, Distortion of auditory space during linear vection, European Conference on Visual Perception, 2013年8月28日, Bremen Exhibition and Conference Centre, Germany

Y. Suzuki, Optimization, data mining and industrial application using soft computing, Japan-Finland Joint Seminar 2013, 2013年6月27日, 室蘭工業大学(北海道, 室蘭市)

J.Maeda, T. Harada, S. Saga, and Y. Suzuki, Anisotropic dynamic-morphological-diffusion color image segmentation, SCIS-ISIS 2-12, 2012年11月20日-2012年11月24日, 神戸コンベンションセンター(兵庫県, 神戸市)

M. Sasaki, J. Maeda, S. Watanabe, and Y. Suzuki, Vector quantization for image compression using fuzzy clustering algorithm and affinity propagation, ICISCA2012, 2012年11月14日-2012年11月15日, Bali, Indonesia

Watanabe O., Kanahama K., Suzuki Y., Alternation rate dependency of perceptual asynchrony in color-motion binding, ECV2012, 2012年9月2日-2012年9月6日, Alghero, Italy

Teramoto W. Asai N., The effect of visual information on a sense of being a virtual environment, ECV2012, 2012年9月2日-2012年9月6日, Alghero, Italy

O. Watanabe and K. Tsuruga, Examining neural representation of bi-directional motions with directional performance in transparency perception, APCV2012, 2012年7月13日-2012年7月15日,

Songdo Convensia, Korea

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 幸司 (SUZUKI, Yukinori)
室蘭工業大学・工学研究科・教授
研究者番号: 00179269

(2) 研究分担者

渡部 修 (WATANABE, Osamu)
室蘭工業大学・工学研究科・准教授
研究者番号: 50343017

(3) 研究分担者

寺本 渉 (TERAMOTO, Wataru)
室蘭工業大学・工学研究科・准教授
研究者番号: 30509089