

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6 月 11 日現在

機関番号：10103

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009 ～ 2011

課題番号：21500211

研究課題名（和文） 通信速度が小さい端末のための画像・動画圧縮の研究

研究課題名（英文） A study on images and videos compression for terminals with narrow band width

研究代表者

鈴木 幸司（SUZUKI YUKINORI）

室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：00179269

研究成果の概要（和文）：本研究では、通信帯域が比較的小さく、演算能力の低い通信端末（移動体通信端末、医療用パーソナル通信端末、遠隔操作ロボット端末等）で画像・動画をリアルタイムで送受信可能な符号化技術（圧縮技術）をベクトル量子化に基づいて研究した。本研究では、可変ブロックサイズによるベクトル量子化によってカラー画像を符号化するアルゴリズムを開発した。また、可変ブロックサイズ分割による符号化を動画圧縮に応用し効果的であることを確認した。ベクトル量子化によるストリーミング技術については研究途上にあり今後、これまでの研究を発展させてアルゴリズムを確立する必要がある。

研究成果の概要（英文）：We studied coding algorithms for images and videos based on vector quantization (VQ). Algorithms are useful for communication terminals for which not only the computational ability is small but also the communication band width is narrow. The developed algorithms make such communication terminals enable to transmit and to receive images and videos in real time. In previous studies, since we implemented VQ with variable block size for gray scale images, VQ for color images investigated in this project. Furthermore, VQ with variable block size was applied to video coding and its usefulness was confirmed in the project. A streaming technology for real time paly of videos is developing.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	100,000	30,000	130,000
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード：ファジィ理論

1. 研究開始当初の背景

（1）情報通信技術の進歩によって通信可能な情報は飛躍的に増大しつつあるが常にそれを上回る通信量が利用者から求められている。現在広く用いられている画像・動画

像の符号化法（圧縮法）である JPEG, MPEG では画像をマクロブロックに分割し離散コサイン変換・逆変換によって符号化のアルゴリズムが構築されている。演算能力が低い通信端末では負担が大きい。また、JPEG では

圧縮率を上げると画質が急激に低下することが指摘されている。本研究では、通信帯域が小さく演算能力の低い通信端末を想定して画像・動画の符号化（圧縮）アルゴリズムを開発する。

(2) 静止画像の符号化法を開発した後にその成果にもとづいて動画の符号化法を研究する。動画の符号化もベクトル量子化に基づいて行うが効果的な動き補償アルゴリズムを開発する。さらに、受信した動画をリアルタイムで再生するためのストリーミング技術を開発する。

2. 研究の目的

(1) 最小容量でのコードブックの構築 ベクトル量子化を用いて画像・動画を符号化する場合、圧縮率はコードブックに含まれるコードベクトル数と符号化する画像のブロック数で決まる。また、復号化した画像の画質はコードブックの品質によって決まる。本研究では、遺伝的アルゴリズムとファジィクラスタリングアルゴリズムによってコードブックの最適化を行う。

(2) 可変ブロックサイズのカラー画像への応用 これまでの研究では、グレースケール画像の可変ブロックサイズ分割による符号化をフラクタル次元によるアルゴリズムで開発した。このアルゴリズムをカラー空間へと拡張する。人間の視覚に最も近いとされる Lab 空間を用いる。

(3) 動き補償アルゴリズムの研究 動画の符号化において動き補償は本質的な問題である。本研究では、可変ブロックによる画像分割を行っておりフレーム間でサイズの異なるブロックで類似したブロックから動き補償ベクトルを求めるアルゴリズムについて研究する。さらにファジィ動き補償ベクトルについても研究する。

(4) ベクトル量子化に適したストリーミング技術の開発 広く用いられているストリーミング技術は、MPEG 規格で作成されたものであり、ベクトル量子化に対応できない。本研究では、ベクトル量子化に対応したストリーミング技術を開発する。

3. 研究の方法

(1) 最適なコードブックの構築アルゴリズム ベクトル量子化による符号化の性能は、コードブックによって決定されるため最適設計が求められる。コードブックを遺伝的アルゴリズムとクラスタリングアルゴリズムを用いて最適化する。遺伝的アルゴリズムとして変数空間の連続性に優れている実数値 GA を用いる。また、選択として GMM, 交叉とし SBX アルゴリズムを用いる。クラスタリングアルゴリズムはファジィ C 平均法を用いる。

(2) カラー画像圧縮へのアルゴリズムの拡張 カラー画像を表現するためには様々な色空間が用いられているが本研究では人間の知覚に最も近いとされる Lab 空間を用いる。L 成分は輝度であり、これまでグレースケールで研究したアルゴリズムを用いることができる。a, b 成分については知覚される画像と分割の指標となるフラクタル次元の関係を実験的に検証する。

(3) 検証実験 本研究では、通信帯域が狭く計算能力の低い端末のために画像・動画の符号化が研究の目的である。開発したアルゴリズムが想定した通信端末で利用可能であるか実験的に検証する。

(4) I 画像の符号化（圧縮）と動き補償ベクトルの研究 動画の符号化（圧縮）においては基準となる I 画像を符号化し、I 画像に基づいて B, P 画像の符号化を行う。動画の符号化においては、動き補償ベクトルを求めることが本質的である。I 画像は可変ブロック分割、ベクトル量子化によって符号化されている。分割したブロックはコードベクトルで置き換わり、コードベクトルの数は限定されており可変ブロックのサイズも予め分かっているため対応するマクロブロックのコードベクトルのインデックスから見いだすことができる。このように本研究では、コードベクトルから対応するマクロブロックを見いだすことによって動き補償ベクトルを計算する。

(5) ストリーミング技術の開発 送信側からはベクトル量子化によってデータが送られてくるが受信側で動画として再生できるようにベクトル量子化に対応したストリーミング技術を開発する。

4. 研究成果

(1) コードブックの最適化 ベクトル量子化による符号化を行うためのコードブック (CB) の最適化を行った。CB の構築はクラスタリングアルゴリズムによって行う。アルゴリズムとしては一般化ロイドアルゴリズム (GLA) とファジィ C 平均法 (FCM) を用いる。これらのアルゴリズムは初期依存性があり適切に初期値を決めないと最適なクラスタリングができない。本研究では、初期値決定の方法として Affinity Propagation と遺伝的アルゴリズムによる方法を用いた。これはハイブリッド法であり演算に時間がかかるが最適に近い解を求めることができる。Affinity Propagation のアルゴリズムを用いて初期値を決定し、FCM アルゴリズムでクラスタリングすることによって最適なコードベクトルを求めることができた。開発した最適化アルゴリズムは、これまで国内外発表されているアルゴリズムと復号化した画質で比較すると最も優れた結果を得るこ

とができた。

(2) これまでの静止画像の研究に基づいて動画像の研究を行った。動画像は一般的に1秒間に30フレームの静止画像によって構成されている。動画像の符号化においては、動き補償ベクトルを求める事が本質的である。本研究では、エンコードされているフレームから分割したブロックごとに動画を構成する。ブロックごとにエンコードされている前のフレームと比較することにより対象としたブロックの動きを推定する。予めブロックサイズを8x8に固定して分割し、近傍の動きベクトルが同じ場合にはブロック結合し、動きベクトルを生成するブロックの削減を行う。この研究によって可変ブロックサイズの実現によって動画像符号化における動き補償ベクトルのデータ量の削減・演算負荷の軽減が可能となった。

(3) 動画像の動き補償による符号化アルゴリズムの検証実験 動画像は、空間方向・時間軸方向の近傍画素間の相関が高い。このため空間的・時間的に変化する画素値を用いて予測画像を生成し、入力された画像との差分を求めて符号化することによって動画像の情報量を大幅に削減することができる。本研究では、ベクトル量子化を用いて符号化されているフレームから分割したブロックに最も類似した領域を参照する動きベクトルによって予測画像を生成した。動きベクトルの探索は、フルサーチ法とステップサーチ法の2つによって行った。フルサーチ法は、動きベクトルの探索範囲を総当たりで調べる方法で原画像のブロックと符号化したフレームの中にある探索範囲のブロックを比較した。この2つのブロックの各画素の輝度値の2乗誤差の和を求め、この演算をすべての探索範囲総当たりで行った。このアルゴリズムによって最適な動きベクトルを求めた。しかし、この方法では、演算量が膨大になるため改善する方法としてステップサーチアルゴリズムを考案した。実験では、動き補償によるブロック分割を固定ブロックサイズと可変ブロックサイズの2種類について行った。可変ブロックサイズを4種類用いたことにより1ブロックあたり2 bits のデータが必要となった。本研究では、さらにベクトル量子化によるグローバル動き補償についても研究した。

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. H. Matsumoto, F. Kichikawa, S. Sasazaki, J. Maeda, Y. Suzuki, Image compression using vector quantization with variable block size

division, IEEJ Trans. EIS, Vol. 130 (2010年), pp.1431-1439 (査読有).

https://www.jstage.jst.go.jp/article/ieejtrans/130/8/130_8_1431/_article/-char/ja/

2. 西川玲・佐賀聡人・前田純治, 手書き曲線同定法 FSCI における幾何曲線列認識性能の改善, 情報処理学会論文誌, 51巻 (2010年) pp.380-390 (査読有).

<http://www.bookpark.ne.jp/cm/ipsj/search.asp?flag=6&keyword=IPSJ-JNL5102016&mode=PRT>

[学会発表] (計6件)

1. 春木明, 鈴木幸司, 佐藤恵一, パーテクルフィルターを用いた3次元物体の移動位置推定, 情報処理学会, 平成24年3月7日, 名古屋 (名古屋工業大学).

2. 奥平哲也, 鈴木幸司, 春木明, SIFT による物体追跡の可能性についての実験的検討, 情報処理学会, 平成24年3月7日, 名古屋 (名古屋工業大学).

3. 春木明, 鈴木幸司, パーテクルフィルターを用いた3次元移動物体の追跡, 電気・情報関係学会北海道支部, 平成23年10月23日, 函館 (函館未来大学).

4. 佐藤裕也, 鈴木幸司, マクロブロック結合による可変ブロックサイズ動き補償に関する実験的研究, 平成22年度電気・情報関係学会北海道支部連合大会, 平成22年10月23日, 札幌 (北海学園大学).

5. 成田崇仁・鈴木幸司・武田圭剛・松本博貴, 可変ブロックサイズのベクトル量子化を用いた動画像の圧縮, 2009画像符号化シンポジウム, 平成21年10月8日, 伊豆市.

6. 松本博貴・鈴木幸司・笹崎和也・吉川文人, 局所フラクタル次元による可変長ブロックサイズと離散コサイン変換を用いたベクトル量子化, 2009画像符号化シンポジウム, 平成21年10月7日, 伊豆市.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]

室蘭工業大学研究者データベース
<http://rd-soran.muroran-it.ac.jp/profile/ja.AwsfCwKC9gBqkUAKVARFyw=.3.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

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

(2) 研究分担者

前田 純治 (MAEDA JUNJI)
室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：00002311 (H23：連携研究者)

(3) 研究分担者

佐賀 聡人 (SAGA SATO)
室蘭工業大学・大学院工学研究科・教授
研究者番号：90270793 (H23：連携研究者)

(4) 研究分担者

渡邊 真也 (WATANABE SHINYA)
室蘭工業大学・大学院工学研究科・准教授
研究者番号：30388136 (H23：連携研究者)

(5) 研究分担者

倉重 健太郎 (KURASHIGE KENTARO)
室蘭工業大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号：30352230 (H23：連携研究者)