

## 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 5 月 18 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008 ～ 2011

課題番号：20560361

研究課題名（和文） DCT 係数の正負符号による相関計算と画像マッチングへの応用

研究課題名（英文） DCT Sign Based Correlation and Its Application to Image Matching

研究代表者

貴家 仁志 (KIYA HITOSHI)

首都大学東京・システムデザイン研究科・教授

研究者番号：40157110

研究成果の概要（和文）：

DCT (Discrete Cosine Transform, 離散コサイン変換) は、画像圧縮を中心に、信号の変換法として種々の分野で利用されている。本研究では、フーリエ変換の位相項と DCT 係数の正負符号の類似性に注目している。従来フーリエ変換に位相項を用いて行われた画像マッチングを、DCT 係数の正負符号を用いて行う新しい方法を提案し、その有効性の確認・評価、拡張、実行方法の考察を行った。具体的成果は、次の通りである。(a)位相情報と DCT 係数との理論的関係の導出、(b)DCT 係数の正負符号を用いた新しい相関法の提案、(c)その画像のサブピクセル精度の画像マッチングへの応用、(d)位相スクランブルとセキュリティを考慮した画像マッチングへの拡張、(e)マッチング法の高速度化の検討、である。

研究成果の概要（英文）：

DCT (Discrete Cosine Transform, Discrete Cosine Transform), especially in image compression, has been used in various fields as a method of signal conversion. In this study, we focused on similarities between the signs of DCT coefficients and the phases of Fourier transform. The conventional image matching is performed using phases of Fourier transform, a new method of using signs of DCT coefficients is proposed. The effectiveness is confirmed and evaluated, and the extension and performance are considered. Concrete results are as follows. (a) Derivation of the theoretical relationship of DCT coefficients and phase information, (b) Proposal of a new correlation by using the signs of DCT coefficients, (c) Application to Image Matching of sub-pixel accuracy, (d) Extension to image matching considering the security and phase scrambling, (e) Investigation of speeding up image matching.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・通信・ネットワーク工学

キーワード：信号処理・画像処理

## 1. 研究開始当初の背景

DCT (Discrete Cosine Transform, 離散コサイン変換) は、画像圧縮を中心に、信号の変換法として種々の分野で利用されている。フーリエ変換が一般に複素数の変換値を与えるのに対して、DCT 係数は実数値になる。本研究の着眼点は、フーリエ変換の位相項と DCT 係数の正負符号の類似性の発見にある。

また位相情報が画像マッチングにおいて極めて有効であることが、最近の研究から明らかになりつつある。したがって、DCT 係数の正負符号と位相項の関係を通して、圧縮された情報から容易に抽出でき、かつ2値(1ビット)で表現可能な DCT 係数の正負符号が、位相情報として活用され、画像マッチングや画像圧縮に代表される多くの分野に新しい視点と可能性を与えることが期待される。

## 2. 研究の目的

本研究の第一の目的は、フーリエ変換により表現される信号の位相項と DCT 係数の正負符号の関係を理論的に導出することにある。次にその結果を踏まえ、DCT 係数の正負符号が持つ位相に関する情報の特徴を考察し、複数の画像間の相対的関係を表す尺度として DCT 符号相関という新しい相関を提案し、さらにその有効性の確認と相関計算の高速化を考察することを目的にする。

## 3. 研究の方法

研究手法は、理論的考察とコンピュータによるシミュレーション実験・検証が中心である。さらにその成果を国内外の学会に発表し、専門家の評価を受ける。最後に多くの専門家の意見を反映させ、ジャーナル論文として投稿する、という手順を予定している。具体的な研究テーマの詳細は、以下のように要約される。

- (a) 基礎データの収集
- (b) 位相情報と DCT 係数との理論的関係の導出
- (c) 画像のサブピクセル精度の画像マッチングへの応用
- (d) 位相スクランブルとセキュリティを考慮した画像マッチング
- (e) マッチングの高速化の検討

## 4. 研究成果

各テーマに対して得られた成果は、以下の通りである。

- (a) DCT 係数の正負符号とフーリエ変換の位相項の関係を理論的に考察し、従来のフーリエ変換に位相項に基づき実行されてきた画像マッチングを、DCT 係数の正負符号によって実行可

能とする理論的基礎を得た。

- (b) (a)の理論を拡張することによって、2枚の画像間の相対的幾何変換量をサブピクセル精度で推定する方法を提案した。これは、新しいフィッティング関数の提案によるものである。
- (c) 画像の位相特性と視認性との関係に着眼して、画像を位相スクランブル処理し、視覚的に認識不可能にした画像に対してマッチングを行うという方法を提案した。これは、個人情報保護やメディアセキュリティ分野で重要な役割を果たすことが期待される。
- (d) 相関計算法やブロックマッチング法は一般に計算量が多く、かつ繰り返し実行されることが多い。本研究では、高速フーリエ変換アルゴリズムを利用した、それらの高速計算法を提案し、その有効性を評価した。

## 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 12 件)

- (1) 伊藤 泉, 貴家 仁志,  
“DCT符号位相相関による非整数サンプルシフト量推定のためのフィッティング関数,”  
電子情報通信学会 論文誌,  
vol. J92-A, no. 3, pp.172-181, 2009年3月.
- (2) Hitoshi KIYA and Izumi ITO,  
“Image Matching between Scrambled Images for Secure Data Management,”  
Proc. EURASIP European Signal Processing Conference, no. L4-3.5, Lausanne, Switzerland, August 2008.
- (3) Hitoshi KIYA, Masahiro IWAHASHI, and Osamu WATANABE,  
“A New Class of Lifting Wavelet Transform for Guaranteeing Losslessness of Specific Signals,”  
Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing,  
no. SPTM-L1.4, pp. 3273-3276, Las Vegas, NV, U. S., April 2008.
- (4) Izumi ITO, Atsushi UEMURA, and Hitoshi KIYA,  
“Extension of DCT Sign Phase Correlation to Subpixel Registration,”  
Proc. IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and

- Communication Systems,  
no. TAM1-3-3, pp. 37-40, Bangkok,  
Thailand, February 2009.
- (5) 伊藤 泉, 貴家 仁志,  
“位相スクランブルとその画像マッチングへの応用,”  
電子情報通信学会 論文誌,  
vol. J92-A, no. 7, pp. 459-469, 2009年7月.
- (6) Izumi ITO and Hitoshi KIYA,  
“One-Time Key Based Phase Scrambling for Phase-Only Correlation between Visually Protected Images,”  
EURASIP J. Information Security,  
vol. 2009, no. 841045, January 2010.
- (7) Izumi ITO and Hitoshi KIYA,  
“Multiple-Peak Model Fitting Function for DCT Sign Phase Correlation with Non-Integer Shift Precision,”  
Proc. IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing,  
no. BISP-P1.12, pp. 449-452, Taipei, Taiwan, R. O. C., April 2009.
- (8) Izumi ITO and Hitoshi KIYA,  
“Image Matching between Visually Protected Images with One-time Key Based Phase Scrambling,”  
Proc. EURASIP European Signal Processing Conference,  
no. IM5-4, pp. 1314-1318, Glasgow, Scotland, August 2009.
- (9) Izumi ITO and Hitoshi KIYA,  
“A Theoretical Analysis of One-Time Key Based Phase Scrambling for Phase-Only Correlation between Visually Protected Images,”  
Proc. APSIPA Annual Summit and Conference,  
no. MP-P2-1, pp. 250-253, Sapporo, Japan, October 2009.
- (10) Izumi ITO and Hitoshi KIYA,  
“Phase-Only Correlation Based Matching in Scrambled Domain for Preventing Illegal Matching,”  
LNCS Transactions on Data Hiding and Multimedia Security V,  
vol. 6010/2010, pp. 51-69, June 2010.
- (11) Zhen LI, Atsushi UEMURA, and Hitoshi KIYA,  
“An FFT-Based Full-Search Block Matching Algorithm with Sum of Squared Differences Criterion,”  
IEICE Trans. Fundamentals,  
vol. E93-A, no. 10, pp. 1748-1754, October 2010.
- (12) 植村 淳志, 李 禎, 貴家 仁志,  
“FFT全探索ブロックマッチングに基づくサブピクセル精度高速ブロックマッチング法,”  
電子情報通信学会 論文誌,  
vol. J93-A, no. 10, pp. 649-657, 2010年10月.
- [学会発表] (計9件)
- (1) 伊藤 泉, 貴家 仁志,  
“DCT-SPCによる非整数サンプルシフト量推定のための双峰性モデルフィッティング関数,”  
電子情報通信学会 信号処理シンポジウム,  
no. A2-3, 2008年11月12日.
- (2) 伊藤 泉, 貴家 仁志,  
“相関ピークの相互干渉を考慮したDCT-SPCによるサブピクセル画像マッチング,”  
電子情報通信学会 画像符号化シンポジウム,  
no. P5-16, 2008年10月30日.
- (3) 伊藤 泉, 貴家 仁志,  
“ワンタイムキーを用いた位相スクランブル信号のためのPOCの理論解析,”  
電子情報通信学会 信号処理研究会,  
vol. 109, no. 112, (no. SIP2009-19), pp. 7-11, 2009年7月1日.
- (4) Hidetake SASAKI, Zhen LI, and Hitoshi KIYA,  
“An FFT-Based Full-Search Block Matching Algorithm Using Overlap-Add Method,”  
Proc. International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications,  
no. 0204, pp. 442-445, Pattaya, Thailand, 5th July, 2010.
- (5) Izumi ITO and Hitoshi KIYA,  
“Symmetric Correlation and Its Properties,”  
Proc. EURASIP European Signal Processing Conference,  
no. P-DI-4.5, pp. 1301-1305, Aalborg, Denmark, 26th August, 2010.
- (6) Izumi ITO and Hitoshi KIYA,  
“Symmetric-Extension Based Whitening for Phase Correlation,”  
Proc. APSIPA Annual Summit and Conference,  
pp. 177-180, Biopolis, Singapore, 15th December, 2010.
- (7) Hitoshi KIYA and Kiyoshi NISHIKAWA,  
“Selected Topics from Recent Researches in Signal and Image Processing at Tokyo Metropolitan

University,”  
Proc. APSIPA Annual Summit and  
Conference,  
pp.859-866, Biopolis, Singapore, 17th  
December, 2010.

- (8) 佐々木 秀竹, 貴家 仁志,  
“重み付きSSDのためのFFT高速ブロック  
マッチング法とNL-meansフィルタ処理へ  
の応用,”  
映像情報メディア学会 メディア工学研  
究会,  
vol. 35, no. 30, (no. ME2011-76),  
pp. 7-11, 2011年7月25日.

- (9) Hidetake SASAKI and Hitoshi KIYA,  
“An FFT-Based Block Matching  
Algorithm Using Asymmetric Search  
Window,”  
Proc. International Workshop on  
Advanced Image Technology,  
no. 3-2, pp.688-691, Ho Chi Minh City,  
Vietnam, 10th January, 2012.

〔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〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

貴家 仁志 (KIYA HITOSHI)

首都大学東京・

システムデザイン研究科・教授

研究者番号：40157110

(2) 研究分担者  
( )

研究者番号：

(3) 連携研究者  
( )

研究者番号：