

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 26 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25540036

研究課題名(和文) 静止画動画融合メディア創生のための接触型画像マッチング方式

研究課題名(英文) Image matching method by touch action for generating a new media combined with still images and videos

研究代表者

青木 輝勝 (AOKI, Terumasa)

東北大学・未来科学技術共同研究センター・准教授

研究者番号：00302787

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、接触型画像マッチングシステムPOSTOUCHを研究開発した。接触型画像マッチングシステムとは、QRコードシステムにおけるQRコード撮影の動作を「スマートフォン端末を雑誌紙面などの対象画像にタッチする(接触させる)」ことに置き換えたシステムである。これにより、雑誌紙面と関連動画(スマートフォン動画)を連携付けた新しいメディアを創生することが可能となる。

研究成果の概要(英文)：A novel image matching system called POSTOUCH has been developed in this project. POSTOUCH enables to match a target image and reference images when user puts (touches) his/her smartphone on the page of a magazine. This system makes it possible to generate a new media combined with still images and videos.

研究分野：情報通信工学

キーワード：画像マッチング 画像認識 プラー 画像モーメント

1. 研究開始当初の背景

本研究では、静止画（雑誌などの紙面）と関連動画（スマートフォン動画）を連携付けることにより、新しいメディア（静止画動画融合メディア）を創生することを目的とする。図1に提案システム的具体例を示す。図1では、ユーザがファッション誌の紙面上にスマートフォンを置くと、その関連動画（具体的なメイクアップ法の動画）を提示する、というものである。このように紙媒体と関連動画をシームレスに連携付けることにより、紙媒体のみからは得られず、また、動画のみからも得られない融合情報を含んだ新たなメディアが創生できる可能性がある。

図1のシステムを実現するためには、様々な手法が考えられる。例えば、磁気を含むインクで紙面のマーカー部分を印刷し、スマートフォンにも磁気センサーを付けてマーカー情報を検出する、などの方法も考えられる。しかしながらこのような手法は、汎用的でないことに加え、雑誌内に複数のマーカーが使われた場合には誤検出の確率も高まってしまいうため、高精度化は困難である。

そこで本研究では、「ユーザがスマートフォンを雑誌紙面上に移動して置くまでの間に動画を撮影し、この動画から取り出した情報を検索キーとして関連動画を指定する」ための技術を研究開発する。



図1 静止画動画融合メディアの例

2. 研究の目的

本研究は技術的には画像マッチング技術に位置づけられる。スマートフォン移動中に撮影した動画（動画固有の劣化を含んでいる）から検索キーとなりうる情報を生成し、データベース内の関連動画と高精度にマッチングさせることが中心課題である。このため、本研究ではこの画像マッチング部分に力点を置き、新規性・有用性の優れた方式を確立する。また、実証実験ならびに静止画動画融合メディアの可能性を追求するためにシステム全体の試作システムを開発する。

画像マッチング手法については、現在、局所特徴量を用いた研究開発が盛んに進められている。しかしながら、図1の例のような静止画動画融合メディアを実現するために利用可能な既存方式は研究代表者の知る限り存在しない。本研究により新方式が確立できれば、静止画動画融合メディアのみならず既存方式ではカバーしきれなかった多くの応用に利用することができることから、本研究の意義は非常に高い。

3. 研究の方法

図2に提案システムの模式図を示す。このうち、本研究の中心課題は の画像マッチング部分、すなわち、スマートフォン移動中に撮影した動画から検索キーとなりうる情報を生成し、データベース内の関連動画に関連付けられたマーカー画像と高精度にマッチングする部分である。

このようなマッチング処理を行うにあたり、近年広く使われている技術が局所特徴量マッチングであり、FAST, SIFT, SURF, BRIEF, ORB, FREAK など様々な手法が提案されている。これらの手法はいずれも、2枚の静止画A, Bの重要な点（キーポイント）とその周辺の情報（局所特徴量）を抽出してそれらを比較することにより、同一とみなせるキーポイントの数（マッチング数）の大小によって画像の全体または一部が同一の画像であるか否かを判定している。これらの手法の多くは、画像の拡大縮小、回転、輝度変化などにも頑強な特徴量を生成でき、さらにはアフィン変化や射影変化にまで対応可能な方式も検討が進められている。

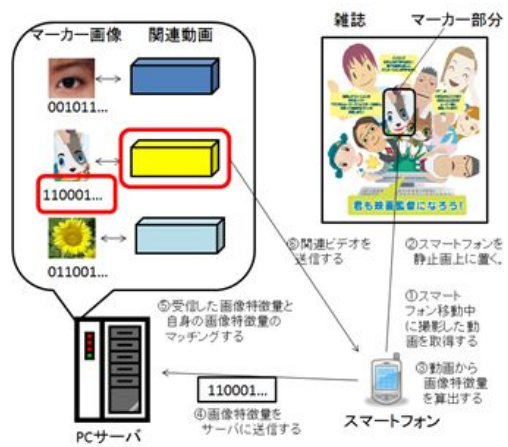


図2 提案システムの模式図

しかしながら、これらの既存方式をスマートフォンで撮影された動画にそのまま適用することは非常に困難である。例えば、スマートフォンまでの移動中に撮影された動画から1枚の静止画を抜き出したものが図3(a)である。このように高速移動するカメラ（スマートフォン）で撮影された動画から抜き出した静止画は、一般に移動ぼけ（モーションブラー）が大きく、また、急激な被写体の拡大なども生じるため、既存方式を用いてサーバ内のマーカー画像（図3(b)）とマッチさせることは困難なためである。

以上の例から明らかなように、上述した既存方式はいずれも、静止画同士のマッチングに最適化されたものであり、動画固有の画像劣化（モーションブラー、対象物の急激な拡大など）への対応を考慮した研究事例は研究代表者の知る限り存在しない。

このためこの部分における解決策を見出

すことが本研究の最も特徴的な点である。



図3 動画中の静止画とテンプレート用静止画方式

4. 研究成果

画像マッチングは画像処理・画像認識分野の最も基本的な技術である。特に局所特徴量を用いた画像マッチング技術は認識したい画像の一部の隠れ (occlusion) スケール変化・回転変化などに対して頑健性が高いという優れた特徴を持つ。しかしながら、画像のモーションブラーに対する耐性は非常に低く、この問題は世界中で未解決な難題のひとつである。

一般的に、局所特徴量を用いた画像マッチング技術は、

- (A)特徴点検出機能 (画像内の特徴的な点を通常数 100 個程度検出する機能)
- (B)特徴量記述機能 (個々の特徴点に対して周辺画素の情報などを用いて多次元ベクトル型の特徴量を生成する機能)
- (C)特徴量マッチング機能 (多次元ベクトル型特徴量同士の類似度を判定する機能)

から構成される。これらの3機能のうち、(C)は画像の種類に依存しない (つまり、ブラー画像か否かは関係ない) ため、既存の局所特徴量マッチングの手法がそのまま流用できる。したがって、(A)ならびに(B)の解決が本研究の中心課題となる。

本研究では、(A)に関してモーメント対称 (Moment Symmetry) と呼ぶ新しい概念を提案し、このモーメント対称を基礎とする新しい特徴点検出方式も提案した (図1、図2)。図4は既存手法 (最も代表的な局所特徴量である SIFT) を用いたモーションブラー画像と非モーションブラー画像の特徴点検出の一例である。図4では、ブラー画像と非ブラー画像から同じ特徴点 (白い円の中心とサイズ) を検出できていないことがわかる。一方、図5は提案手法を用いたブラー画像と非ブラー画像の特徴点検出の一例である。図5では、ブラー画像と非ブラー画像から大量の同じ特徴点を検出できている (図5では見やすさの理由から一部の特徴点のみを表示している) 既存手法と比較して格段に高精度な特徴点検出が行われていることがわかる。そして、様々な実証実験 (スケールの異なる

画像ペアに対する実験、撮影範囲異なる画像ペアに対する実験など) の結果、本提案手法の有効性を検証した。

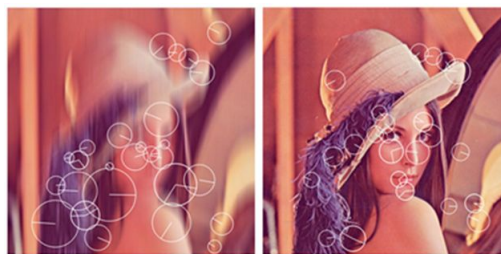


図4 既存手法 (SIFT) による局所特徴点検出結果

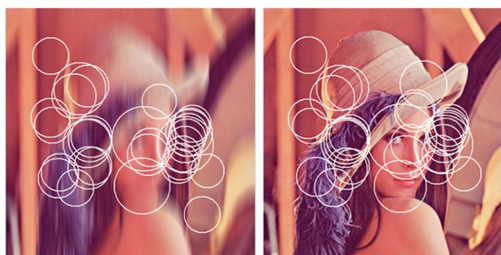


図5 提案手法 (Moment Symmetry) による局所特徴点検出結果

一方、(B)に関しては、ブラー不変なモーメント不変量を基礎としてこれを局所特徴量化する新しい特徴量記述方式として LIM(Local Image Moment) 法を提案した。モーメント不変量は、被写体の不変性 (幾何不変、ブラー不変など) を保持する非常に優れた画像記述子としてあるが、その反面、画像全体の特徴を記述するものであり、局所特徴量化できない、という問題がある。局所特徴量化できない最大の理由は境界効果 (Boundary Effect) と呼ばれる誤差が生じるためである。境界効果は、モーメント量を算出する際の対象範囲 (パッチサイズ) が小さいほど相対的にその影響が大きくなってしまいう性質を持ち、特にモーションブラー画像を対象とする場合、その値 (誤差) は非常に大きくなってしまふ。このため、画像モーメントを局所特徴量化して本研究でそのまま利用することは非常に困難であった。

そこで本研究では、大きなモーションブラーを含む画像であっても最大誤差を 5%程度に抑える新手法として、BER (Boundary Effect Reduction) モデルを提案した。BER モデルは、周囲のパッチのモーメント量から中心パッチのモーメント量を高精度に推定する手法である。

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 6 件)

- [1]Vicky Sintunata and Terumasa AOKI, “Color Segmentation Based Depth Adjustment for 3D Model Reconstruction from a Single Input Image”, International Journal of Computer Theory and Engineering, vol.8, no.2, pp.171-176, Feb., 2015.
- [2]Vicky Sintunata and Terumasa AOKI, “Shape from Shading using Color Segmentation Based on Depth Adjustment”, International Journal of Enhanced Research in Science, Technology & Engineering, vol.3, no.11, pp.64-72, Nov., 2014.
- [3]Qing Tong and Terumasa AOKI, “Local Feature Based on Moment Invariants for Blurred Image Matching”, International Journal of Electronics and Computer Science Engineering, vol.3, no.4, pp.376-387, April, 2014.
- [4]Terumasa AOKI and Shinich GOTO, “Automatic Mid-level Concepts Clustering for Violent Movie Scenes Detection, Journal of Mathematics and System Science, vol.4, no.9, pp.609-619, Sept., 2014.
- [5]Terumasa AOKI and Vicky Sintunata, “Direct Joint Detection from Humanoid 3D models without Skeleton Information”, International Journal of Electronics Communication and Computer Engineering, vol.5, no.3, Mar., 2014.
- [6]Kazuaki AIHARA and Terumasa AOKI, “Motion Dense Sampling and Component Clustering for Action Recognition”, Multimedia Tools and Applications, vol.73, pp.1-19, 2014.

〔学会発表〕(計 20 件)

- [1]Huyen Van, Vicky Sintunata and Terumasa AOKI, “Automatic Image Colorization based on Feature Lines”, the 12th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISAPP2016), Feb.27th - Mar.1st, Rome(Italy).
- [2] 佐藤昌孝, 青木輝勝, “自然画像中の文字領域特定のための文字形状の簡潔さに基づく特徴量”, 電子情報通信学会第 77 回画像工学研究会(IE2015-115), 2016年2月22日~23日, 北海道大学(北海道・札幌市).
- [3]上西くるみ, 青木輝勝, “自然画像からの高精度ピクトグラム検出のための顕著性マップ解析”, 電子情報通信学会第 77 回画像工学研究会(IE2015-115), 2016年2月22日~23日, 北海道大学(北海道・札幌市).
- [4]佐藤昌孝, 青木輝勝, “自然画像中から抽出された文字領域に対する文字の傾き補正手法”, 電子情報通信学会画像工学研究会(IE2015-77), 2015年11月12日~13日, 崇城大学(熊本県・熊本市).
- [5]上西くるみ, 青木輝勝, “射影変換に頑強な高精度ピクトグラムマッチング方式”, 情報処理学会第 133 回情報システムと社会環境研究会(IS), 2015年9月2日~3日, 岩手県立大学(岩手県・盛岡市).

- [6] 上西くるみ, 青木輝勝, “撮影条件の変化に頑強な高精度ピクトグラムマッチング方式”, 情報処理学会第 77 回全国大会, 2015年3月17日~19日, 京都大学(京都府・京都市).
- [7]田中健太, 青木輝勝, “特徴点クラスタリングを用いた詳細画像識別に関する一検討”, 情報処理学会第 77 回全国大会, 2015年3月17日~19日, 京都大学(京都府・京都市).
- [8]Vicky Sintunata and Terumasa AOKI, “Color Segmentation Based Depth Adjustment for Image Reconstruction from a Single Input Image”, International Conference on Computer Science and Information Technology (ICCSIT2014), Dec.22-24, 2014 (Barcelona, Spain).
- [9]川村昇平, 青木輝勝, “CG キャラクターの移動経路生成における不可視エージェントの効果測定”, 情報処理学会エンターテイメントコンピューティング研究会(EC), 2014年3月13日~15日, 明治大学(東京都・中野区).
- [10]相原和明, 青木輝勝, “人行動認識に有効な特徴点検出ならびにクラスタリング手法に関する研究”, 電子情報通信学会画像工学研究会(IE), 2014年3月7日, 奈良女子大学(奈良県・奈良市).
- [11]Shinichi GOTO and Terumasa AOKI, “Violent Scenes Detection Using Mid-level Violence Clustering”, International Conference on Signal, Image Processing and Pattern Recognition (SIPP), Feb.22, 2014 (Sydney, Australia).
- [12]Shinichi GOTO and Terumasa AOKI, “Violent Scenes Detection Using Mid-level Violence Clustering”, Computer Vision Winter Workshop (CVWW2013), Feb.3rd - 5th, 2014 (Kitiny, Czech Republic).
- [13] 川村昇平, 青木輝勝, “不可視エージェントを用いた CG キャラクターの移動経路生成”, 電子情報通信学会知能ソフトウェア工学研究会(KBSE), 2014年1月27日~28日, 機械振興会館(東京都港区).
- [14]Kazuaki AIHARA and Terumasa AOKI, “Motion Dense Sampling for Video Classification”, IEEE International Conference on IT Convergence and Security, Dec.16 -18th, 2013 (Macau, China).
- [15]Terumasa AOKI and Vicky Sintunata, “Template Matching Skeletonization Based on Gauss Sphere Representation”, IEEE International Symposium on Multimedia (ISM2013), Dec.8-10th, 2013 (Anaheim, USA).
- [16]Shinichi GOTO and Terumasa AOKI, “TUDCL at MediaEval 2013 Affect Task : Training with Multi-modal Features by MK”, MediaEval2013, Oct. 20th, 2013 (Barcelona, Spain).
- [17]青木輝勝, “簡単 3DCG アニメ制作のための自動スケルトン生成方式”, 3次元映像のフォーラム第 105 回研究会, 2013年9月7日, 東

北大学 (宮城県・仙台市). (招待講演)

[18]Terumasa AOKI and Vicky Sintunata, "Automatic Animation Skeleton Extraction Method Based on Vertex Gauss Sphere Representation", IEEE CIMSIM 2013, Sept.24th-26th, 2013 (Seoul, Korea).

[19]田中健太, 青木輝勝, "加速度オプティカルフローを用いた顔認識に有効なフレームの検出", 映像情報メディア学会 2013 年度年度次大会, 2013 年 8 月 28 日 ~ 30 日, 工学院大学 (東京都・新宿区).

[20]青木輝勝, "ネオポスターの可能性", 総務省・地域 ICT フォーラム in Tokyo, 2013 年 5 月 30 日, 九段第三合同庁舎 (東京都・千代田区). (招待講演)

〔図書〕(計 2 件)

[1]青木輝勝, 勁草書房, "社会関係資本の機能と創出(第 4 章 インターネット上の共創効果の計測とモデル化)", 2015, 188 ページ (pp.73-94).

[2]青木輝勝, 共立出版, "データベース(第 13 章 マルチメディアデータベース)", 2014, 261 ページ (pp.197-211).

〔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〕

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青木輝勝 (AOKI Terumasa)
東北大学・未来科学技術共同研究センター・准教授
研究者番号 : 00302787

(2) 研究分担者

()

研究者番号 :

(3) 連携研究者

()

研究者番号 :