

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：14701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500205

研究課題名(和文) 移動物体の高品質画像撮影技術の開発

研究課題名(英文) Development of technics for taking high quality images of movement objects

研究代表者

呉 海元 (Wu, Haiyuan)

和歌山大学・システム工学部・教授

研究者番号：70283695

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：RGB-D画像から顔を検出し、自動的に顔・髪を追跡できるシステムを構築した。国際会議とジャーナルに研究成果を発表しただけではなく、国際会議やオープンキャンパス、オープンラボ、産学連携などの行事を行う際に実機デモも行った。
ぶれ程度と方向が既知である顔画像データベースを構築し、事例ベースによって、ぶれを表現する特徴を検討した。企業との共同研究でこの成果のデモシステムを構築した。
一方、ケプストラム解析に基づいて、ぶれを推定する理論研究も行った。

研究成果の概要(英文)：We have constructed a system that can detect faces and tracking the face and hair automatically using a RGB-D camera, which can take color pictures and the range images simultaneously. We have published many papers in scientific journals and presented in many international conferences about the results of this research, and more important, we have performed on-site demonstrations using our real working system in many international conferences, open campus and open laboratory in Wakayama university, academic-industrial collaboration and other events.

We have also built a database of the facial images with known motion blur, and used an example based approach to discover the features which is useful to detect motion blur. We have built a demonstration system in an academic-industrial collaboration research project.

We also have carried out theoretical research that uses cepstrum analysis to estimate motion blur.

研究分野：コンピュータビジョン

キーワード：動物体追跡 能動カメラ制御 高品質の画像撮影技術 事例ベース ぶれ程度の推定 ぶれ方向の推定

1. 研究開始当初の背景

ビデオカメラで撮影された画像からの物体認識・理解の技術はセキュリティ、福祉、電気製品のインターフェースなど様々な分野に幅広く活用されている。一方、3次元空間内で高速かつ自由に動く物体を撮影する際、撮影方法を工夫しなければ、物体像にぶれが生じ、画像の解析に必要な情報(例えば、色やエッジ、テクスチャ)が失われてしまう可能性が高い。このようなぶれた物体像に対して個人識別を始め、既存の有名な認識・理解アルゴリズムを適応しても予想通りの認識率が得られない可能性が高い。従って、画像センシング技術を用いた認識システムを構築する時、認識部分の性能を向上させるだけでなく、対象の撮影方法を工夫し、入力画像をいかに認識システムに最適な画質にするかということも重要な課題である。しかしながら、従来の画像認識システムは認識アルゴリズムの性能向上に対してアテンションをあてることが多く、入力画像の画質を評価・保障する研究は少ないのが現状である。テレビ放送は2011年7月から完全にデジタル化され、「高音質・高画質」のメリットをアピールするため、移動物体の高品質画像を自動的に撮影できる技術開発が求められる。

国内外の単眼カメラの能動追跡に関する代表的な研究として以下に挙げられる。

・東京大学のビジョンチップを用いた能動追跡と東芝の高速度カメラを用いた能動追跡は世界的に見ても最も高速な能動追跡システム(1000fps)を構築している。しかし、東大の場合、センサの構造上、画素数の少ない濃淡画像(64X64, 128X128画素)しか撮影できない。また、追跡手法が単純なアルゴリズムとなってしまう、単純背景・単色物体・照明環境一定の条件下しか追跡できない。東芝の場合、高速度カメラの制限から、光量が不足し、画像が暗くなってしまう、物体認識に向いていない。

・京都大学の視点固定型カメラによる対象検出・能動追跡システムは背景差分ベースで対象を追跡するために、撮影の瞬間は背景ぶれの影響を抑えるためにカメラを静止させている。したがって、画像内の追跡動物体がぶれてしまう可能性が高い。また追跡性能は数十度/秒程度である。

・mean-shift法の提案者D. Comaniciuらは顔を検出・追跡するシステムを構築しているが、追跡範囲が限定され、素早く動く場合の顔画像がぶれている。

これらの従来研究では、対象の位置を追跡することを重点的に考慮されているため、撮

影される対象の画質・解像度は度外視されており、撮影された対象の画像を解析・認識するというタスクを与えられたとき、それを遂行することが難しいという共通の問題点がある。

2. 研究の目的

コンピュータビジョンの分野において、物体認識のアルゴリズムや認識システムの性能評価用のデータベース、評価指標は多数提案されているが、画質が理想ではない入力画像から予想通りの認識結果を得られないことが多い。移動物体を対象とした認識システムの性能を向上させるのに適した画像を得ることが出来たかどうかを客観的に評価し、その評価結果を用いて高品質の対象画像を積極的に撮影できる技術があれば、認識精度の保証・改善が期待できる。本研究では、厳密な数学モデルや式を使わず、事例(ぶれ画像データベース)に基づいて、汎用的な画質(ぶれの度合と方向)評価方法を提案する。そして、外乱に強い高速追従型能動カメラ撮影技術を確立する。

3. 研究の方法

本研究では、外乱に強い高速追従型能動カメラ撮影技術を確立するために、既存能動追跡システムに画像解析による外乱検知機能と、修正ルールによる外乱相殺制御機能を新しく追加する。

画像解析機能では、厳密な数学モデルや式を使わず、事例(ぶれ画像データベース)に基づいて、汎用的な画質(ぶれの度合と方向)評価方法を開発する。具体的に、(a)ぶれ画像データベースの構築、(b)ぶれを表現できる特徴群の検討、(c)ぶれの領域を分割できるアルゴリズムの開発、(d)ぶれの度合と方向を検出・評価できるアルゴリズムの開発、について順次遂行していく。

入力画像から検出された追跡対象のぶれの度合と方向に合わずフィードフォワード(feed-forward: FF)制御量を決定する。

4. 研究成果

(1) RGB-D 画像からビデオレート(30fps)で顔・髪の自動検出・追跡方法について、初期あるいは追跡失敗した時、ほぼ正面の顔を自動的に検出し、検出された顔・髪領域とその周辺の背景領域の色と距離を表現するクラスタ中心を自動的に選択・更新し、頭部・顔・髪の追跡を行える方法を提案し、システムを構築している。この研究成果は査読付国際会議(CCTW13)に口頭で発表し、国内会議MIRU12と、国際会議ACCV12でそれぞれ実

機デモを行った。提案システムは人種、年齢、髪型、髪色と関係なく、安定に広範囲で鮮明に追跡できている。オープンキャンパスやオープンラボ、産学連携、中・高校生向けの公開講座などの行事を行う際に実機デモも行った。この研究成果はシステム制御情報学会論文誌と国際ジャーナル JCC でそれぞれ発表した。

(2) 事例に基づいた顔画像のぶれ程度とぶれ方向の推定について、初年度、汎用性の高い運動ぶれ推定方法を開発するため、ぶれ程度と方向が既知である顔画像データベースを構築し、用いることによって、複数のぶれを表現する有効な特徴を更に検討した。この研究成果は国内会議(MIRU12)で発表し、企業との共同研究を結ぶことが出来た。次年度、勾配 heavy-tailed 分布の比を新しくぼけを表現できる特徴として追加定義した。得られたぼけ特徴量を用いて、線形判別分析および k 近傍法, nearest mean による識別を行い、入力画像内のぼけ領域を推定した。その後、局所自己相関数を用いてぼけ種類の推定を行った。識別結果の可視化を行った。一方、ケプストラム解析に基づいて、移動平均フィルタと最長経路探索を用いることによって、非線形な運動による劣化画像 1 枚から、Point Spread Function を推定する手法を提案している。シミュレーション実験・実画像実験において提案する手法の有効性を示している。この研究成果は CVIM 研究会で発表し、学会誌への投稿推薦をもらった。最終年度、パワーケプストラム解析に基づいて、移動平均フィルタを用いて負のピークを検出することによって、非線形な運動による劣化画像 1 枚から、Point Spread Function を推定する手法を提案している。シミュレーション実験・実画像実験において提案する手法の有効性を示している。この研究成果は PRMU 研究会で発表し、MIRU2015 で発表予定している。

(3) その他、移動物体を追従撮影した映像の鮮鋭化(IPSJSIG - CG13)、近赤外線画像からの夜間歩行者検出と姿勢推定(IWAIT13)、可変扇形分離度フィルタを用いた瞳追跡(MIRU12、CVIM12-5 卒論セッション、JPCS13)、Tracklet Descriptors による生活動作の自動学習と認識(MIRU12)、ツービューからの顔画像からの 3D モデルの自動化、FREAK を用いた人物の認識、Affinity Propagation を用いた動作認識(SSII, JPCS)、Kinect による 3 次元フローの高速推定(SSII, JPCS)、Fast Bilateral Filter あるいは Doman transform を用いたデプス補間 (PRMU2015) などの研究もしている。

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 16 件)

1. C. Hua, J. Qi, J. Han, H. Wu, Kernel-Reliability-Based K-means (KRKM) Clustering Algorithm and Image Processing, *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, **97**, 2423-2433, 2014,
2. S. Ishikawa, H. Wu, C. Bi, Q. Chen, H. Taki and K. Ono, Fluid Data Compression and ROI Detection Using Run Length Method, *Journal of Procedia Computer Science*, **35**, 1284-1291, 2014.
3. M. Tsuda, Y. Lang, H. Wu, Analysis and Identification of the EEG Signals from Visual Stimulation, *Journal of Procedia Computer Science*, **32** 1292-1299, 2014.
4. Y. Lang, J. Zou, H. Wu, Q. Chen, New Digital Image Compression Framework Based on Compression Sensing and Sparse Representation, *20th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision*, 59, pp.302-307 Nago, Japan, 2014.
5. D. Chen, R. Sakamoto, Q. Chen, H. Wu, Extrinsic camera parameters estimation from arbitrary co-planar circles, *SIGGRAPH Asia vrl.28*, 978-1-4503-2792-3, Shenzhen, China, 2014.
6. C Bi, K Ono, KL Ma, H Wu, T Imamura, A Study of Parallel Data Compression Using Proper Orthogonal Decomposition on the K Computer, *Eurographics Symposium on Parallel Graphics and Visualization*, pp.1-8, 2014
7. 鈴木一正、呉海元、Kinectを用いた髪の自動検出と追跡システム、システム制御情報学会論文誌, Vol.26, No.9, pp.323-329, 2013
8. K. Suzuki, H. Wu, Q. Chen, Fast Hair and Head Tracking System Using 3D Image Sensor, *Journal of Communication and Computer*, No. 10, pp.212-223, 2013
9. Q. Chen, K. Mastumoto, H. Wu, Iris-Eyelid Separability Filter for Irises Tracking, *Journal of Procedia Computer Science* Vol.22, pp.1029-1037, 2013.
10. Y. Kokawa, H. Wu, Q. Chen, Improved Affinity Propagation for Gesture Recognition, *Journal of Procedia Computer Science* Vol.22, pp.983-990, 2013.

11. K. Sato, H. Wu, Q. Chen, High-speed and High-accuracy Scene Flow Estimation Using Kinect, Journal of Procedia Computer Science 22, pp.945-953, 2013.
12. Q. Chen, K. Mastumoto, H. Wu, An iris outline tracker: for various eye shapes in a single video camera without infrared illumination, IEEE, Computer Society, ACPR, pp.862-866, 2013.
13. K. Suzuki, H. Wu, Q. Chen, Video-rate Hair Tracking System Using Kinect, IAPR The Fourth Computational Color Imaging Workshop (CCIW), pp.212-224, 2013.
14. H. Maebuchi, H. Wu, Q. Chen, T. Wada, H. Zheng, Y. Wang, Nighttime Pedestrian Pose Estimation Using Hierarchy DNFTG, The International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT), pp.906-911, 2013
15. T. Nishimura, H. Wu, Q. Chen, H. Taki, RCA based Local Image Feature Transform and its Application to Object Recognition, Advances in Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems, pp.931-940, 2012.
16. K. Suzuki, H. Wu, Q. Chen, Tracking Hair in Video-rate with Kinect, The 11th Asian Conference on Computer Vision, demo, pp.1-2, 2012.

〔学会発表〕(計 27 件)

1. 嶋本裕太, 松本輝, 呉海元, 阮翔, パワーケプストラム解析による単一劣化画像からの PSF 推定, 信学技報, PRMU2014-164, pp.29-34, 2015 (3月慶応大学矢上キャンパス)
2. 津田嶺雪, 呉海元, OCT画像からのステントの自動検出, 信学技報, PRMU2014-165, pp.35-40, 2015 (3月19日慶応大学矢上キャンパス)
3. 粉川豊, 呉海元, 循環器OCT画像の角度基準領域分割, 信学技報, PRMU2014-172, pp.77-82, 2015 (3月19日慶応大学矢上キャンパス)
4. 佐藤恭輔, 呉海元, 色情報を用いた深度情報の高速補正法, 信学技報, PRMU2014-173, pp.83-88, 2015 (3月19日慶応大学矢上キャンパス)
5. 鈴木一正, 粉川豊, 津田嶺雪, 呉海元, 循環器OCT画像の解析と3次元再構築, 情報処理学会, 第77回全国大会, IS-02, pp.2-355--2-356, 2015 (3月17日京都大学吉田キャンパス)
6. 李鵬, 鈴木一正, 呉海元, 陳謙, 色弁別度を特徴量とした個人識別, 情報処理学会, 第77回全国大会, IS-07, pp.2-365--2-366, 2015 (3月17日京都大学吉田キャンパス)
7. 郎彦昆, 呉海元, 天野敏之, 陳謙, 交差反復処理による深度カメラと地面のなす角度の推定, 情報処理学会, 第77回全国大会, 3ZG-04, pp.2-521-2-522, 2015 (3月18日京都大学吉田キャンパス)
8. 李鵬, 郎彦昆, 陳謙, 呉海元, FREAKを用いた顔認証 第20回画像センシングシンポジウム, pp.IS3-08-1 -- IS3-08-8, 2014 (6月 13日パシフィコ横浜アネックスホール)
9. 李鵬, 郎彦昆, 陳謙, 呉海元, FREAKを用いた人物の識別, 電子情報通信学会, 信学技報, Vol.113, No.402, pp.263-268, 2014 (大阪大学 豊中キャンパス 基礎工学部国際棟2014年1月23日~24日)
10. 佐藤恭輔, 呉海元, Kinectセンサを用いたScene Flowの高速推定, 第19回 画像センシングシンポジウム, IS2-08, 6 pages, 2013/6/13, 横浜・パシフィコ横浜アネックスホール
11. 粉川豊, 呉海元, Affinity Propagationを用いた動作認識 第19回 画像センシングシンポジウム, IS3-09, 7 pages, 2013/6/14, 横浜・パシフィコ横浜アネックスホール
12. 粉川豊, 呉海元, Affinity Propagationを用いた動作認識, 第16回 画像の認識・理解シンポジウム, インタラクティブセッション, 2ページ, 2013 - 7 - 31 (国立情報学研究所, 2013年7月29日~8月1日)
13. 佐藤恭輔, 呉海元, Kinectによる3次元フローの高速推定, 第16回 画像の認識・理解シンポジウム, インタラクティブセッ

- ション, 2ページ, 2013 - 7 - 31 (国立情報学研究所, 2013年7月29日 ~ 8月1日)
14. K. Matsumoto, H. Wu, Q. Chen, Tracking Irises with Variable Circular Sector Separability Filter, 第16回 画像の認識・理解シンポジウム, インタラクティブセッション, 2ページ, 2013 - 7 - 31 (国立情報学研究所, 2013年7月29日 ~ 8月1日)
15. H. Maebuchi, H. Wu, Q. Chen, Hierarchy DNFTG for Nighttime Pedestrian Pose Estimation, 第16回 画像の認識・理解シンポジウム, インタラクティブセッション, 2ページ, 2013 - 7 - 31 (国立情報学研究所, 2013年7月29日 ~ 8月1日)
16. 松本輝, 呉海元, 阮翔, ケプストラム解析による単一劣化画像の Blind Deconvolutio, 情報処理学会研究報告. CVIM,[コンピュータビジョンとイメージメディア], pp.1-6, 2013 (2013年11月28日(木), 29日(金)九州大学西新プラザ)
17. 圓城達也, 呉海元, NF-Features による画像間の顔点の対応付け, 情報処理学会研究報告. グラフィクスと CAD 研究会報告 pp.1-6, 2013 (2013年11月28日(木), 29日(金)九州大学西新プラザ)
18. 津田嶺雪, 呉海元, 視覚刺激時における EEGの測定と解析, 第57回システム制御情報学会研究発表講演会, 346-5, 5 pages, 2013/5/15 ~ 17, 神戸・兵庫県民会館
19. 佐藤伸哉, 陳謙, 呉海元, 移動物体を追従撮影した映像の鮮明化, 情報処理学会研究報告会, Vol.2013-CG-150 No.21, pp.1-7, 2013/2/19, 東京
20. 李鵬, 呉海元, 瀧寛和, 陳謙, FREAKを用いた人物の認識, 電気学会・次世代産業システム研究会, IIS-13-032, pp.1-6, 2013/3/18, 大阪
21. 西村朋己, 呉海元, 瀧寛和, 陳謙, 拡張RCAを用いたカーネルvisual word生成法と一般物体認識への応用, 電気学会・次世代産業システム研究会, IIS-13-032, pp.7-12, 2013/3/18, 大阪
22. 佐々木美奈, 松本輝, 呉海元, 陳謙, 事例に基づいた顔パーツ画像のぶれ程度とぶれ方向の推定, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012)インタラクティブセッション, 8 pages, 2012-8-8
23. 松本光平, 呉海元, 可変扇形分離度フィルタを用いた瞳追跡, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012)インタラクティブセッション, 6 pages, 2012-8-8
24. 松本光平, 呉海元, 可変扇形分離度フィルタを用いた瞳追跡, 第182回コンピュータビジョンとイメージメディア研究発表会, 中京大学 豊田キャンパス, Vol.2012-CVIM-182, No.29, pp.1-7, 2012年5月23 ~ 24日
25. 前淵啓材, 呉海元, 和田俊和, 階層化NFTGと夜間歩行者姿勢推定への応用, H24年度情報処理学会関西支部, 6 pages, 2012-9-21 大阪大学中之島センター
26. 圓城達也, 呉海元, ツービューからの顔画像からの3D モデルの自動化, H24年度情報処理学会関西支部, 8 pages, 2012-9-21 大阪大学中之島センター
27. 青山博和, 呉海元, Tracklet Descriptorsによる生活動作の自動学習と認識, 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2012)インタラクティブセッション, 8 pages, 2012-8-6

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕
出願状況(計1件)

名称:「画像解析方法、画像解析装置、および画像解析プログラム」

発明者: 陳謙、呉海元

権利者: 和歌山大学

種類: 特許

番号: 特願 2014-045158

出願年月日: 国内(2014/03/07)

国際(2014/09/07)

国内外の別: 国内・国際

(国際出願番号 PCT/JP2015/056374)

取得状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

<http://www.wakayama-u.ac.jp/~wuhy/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

呉 海元 (Wu Haiyuan)
和歌山大学・システム工学部・教授
研究者番号：70283695

(2) 研究分担者

陳 謙 (Chen Qian)
和歌山大学・システム工学部・准教授
研究者番号：70263233

瀧 寛和 (Taki Hirokazu)
和歌山大学・システム工学部・教授
研究者番号：10304180

(3) 連携研究者

()

研究者番号：