

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 1 日現在

機関番号：14701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500171

研究課題名（和文）

知的撮影に基づく「究極の高臨場感中継」の実現

研究課題名（英文）

Realization of extreme high presence relay based on intellectual photography

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

研究成果の概要（和文）：

本研究では、ステレオカメラやKinect で獲得する色情報と奥行き情報をフル利用することによって、ビデオレートで注目選手（髪の毛、顔、頭部）を自動的に検出、追跡するシステムを提案している。提案システムでは、1) 各画素の特徴は6次元のベクトル（3次元色空間、3次元ワールド座標）で表現する。2) ピクセルサイズのクラスタリングの方法を利用する。3) 前景（髪の毛、顔、頭部）と背景のクラスタ中心の特徴ベクトルをオンラインで学習・更新する。従って、髪の毛の色とスタイルに関わらず、照明変化があっても、髪の毛と類似している色を持つ背景の前でも安定な追跡が行える。また、前景の初期学習対象を顔、或は顔と髪の毛とすれば、顔あるいは頭部の追跡システムになる。

研究成果の概要（英文）：

In this research, we propose automatic attention player (hair, face and head) detection and tracking system at video-rate by using Kinect to capture color and depth information. Our system has the following three ideas simultaneously: 1) Using a 6D feature vector to describe both the 3D color feature and 3D geometric feature of each pixel uniformly. 2) Classifying pixels in images into foreground (e. g. hair, face or head) and background with K-means clustering algorithm. 3) Automatic learning and updating the cluster centers of foreground and background before and during hair tracking. This ability makes our system can track hairs robustly, which does not depend on its hair color and style, even under lighting change, and even before a background with similar color of hair. Our system becomes a face (or head) tracking system if the face (face and hair) is set as foreground.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,900,000	570,000	2,470,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野： 総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：コンピュータビジョン

1. 研究開始当初の背景

スポーツのテレビ中継などにおいて、臨場感は重要なファクタであり、選手の動きやボールの軌跡を含むシーンを「様々な視点」から「自由」に見たい需要も高まりつつある。

スポーツ中継に関する研究として、前述したCMUの金出ら、筑波大の太田ら、NHKの高橋らのもの以外に、総務省が中心で進めた「超大画面高精細映像伝送システム」と、京都大の松山らの“3Dビデオ映像”のプロジェクトも有名である。その他、慶応大の斉藤ら、筑波大の北原らは競技場で多視点固定カメラから撮影された映像を用いて、選手の領域を中心とする任意視点からのシーンを再現する手法を提案している。奈良先端大の横矢らが複数の全方位カメラの映像からの自由視点画像生成の研究を行っている。

現状では、照明条件が不均一で変化する環境に高速かつ自由に動く対象を自動追尾しながら持続的に高品質な映像を撮影して、現場の背景も含む前景の自由視点映像が生成できる、一人で運べる小規模の「究極の高臨場感中継」システムはまだ存在しない。

2. 研究の目的

本研究では、「究極の高臨場感中継」の実現に向けて、マルチ能動カメラを用いて注目対象を自動追尾しながらプロのカメラマン

以上の高品質の映像を獲得し、仮想的な全方位スクリーンに投影することにより、少ない設備で広視野高精細の自由視点映像を生成する方法を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、環境の照明状況を直接計測し、それに応じて撮影映像を動的に補正することにより、照明条件が不均一で変化する環境においても、動画像解析より注目対象の追跡・検出を安定に行う。その結果に基づいて能動カメラを制御し、高品質(適切な大きさ・ブレやピントずれがない)の映像を確実に撮影する。得られたシーンの3次元(3D)情報と分離された前景・背景の映像を仮想の3D全方位スクリーンに投影して蓄積し、認識されたユーザの動作や頭部姿勢、視線方向より広視野高精細の自由視点映像の生成を行う。

4. 研究成果

(1) 連続的な高解像度の画像に関する処理について、色が類似している背景の前、ビデオレートで安定かつ高速に注目選手を追跡するために、拡張K-means Tracker と名づけたアルゴリズムを提案している。具体的に、K-means tracker の安定化と高速化を向上するために、ステレオカメラや Kinect で獲得する色情報と奥行き情報をフル利用し、6次

元特徴空間内ベクトルを新たに定義し、マハラノビス汎距離を用いてクラスタリングを行う。この研究成果は国際会議 (IVS' 11, CJKPR' 10, URAI' 10 など) に、国内会議 (MIRU' 11, CVIM' 12 など) にデモ・口頭発表された。

(2) 注目物体のターゲットクラスタ中心と背景の非ターゲットクラスタ中心の自動選定処理について、視点固定型能動カメラと Graph Cuts を用いた前景・背景の分離方法と、MDL と運動一貫性評価を用いたターゲットの自動初期化方法、MCMC と分離度フィルタを用いた領域分割法などをそれぞれ提案している。また、拡張 K-means Tracker ベースの Kinect を用いた注目選手の自動検出と追跡システムを構築している。これらの研究成果は国内会議 (MIRU' 09, 10, 11, CVIM' 12 など) にデモ・発表された。

(3) 人物の自動検出処理について、適応型固有輪郭モデルを用いた人物の輪郭検出と状態推定法、ハウズドルフ距離による近赤外線画像からの夜間歩行者検出法、幾何制約付 HOG と NFTG による夜間歩行者検出法などをそれぞれ提案している。これらの研究成果は国内会議 (MIRU' 09, 11, PRMU' 12 など) に発表・報告された。

(4) その他、見え隠れのある物体を検出するために、SIFT 特徴量の拡張と対称性平面物体検出への応用法、RCA を用いた局所特徴変換法などをそれぞれ提案している。これらの研究成果は論文誌 (電子情報通信学会' 09)、国際会議 (ACPR' 11)、国内会議 (MIRU' 09, 10, PRMU' 12 など) に発表・報告された。

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] Detecting Multiple Symmetries with Extended SIFT, Q. Chen, H. Wu, H. Taki, First Asian Conference Pattern Recognition (ACPR), pp.115-119, 2011. 査読あり

[2] EK-means Tracker: A Pixel-wise Tracking Algorithm using Kinect, Y. Qi, K. Suzuki, H. Wu, Q. Chen, The third Chinese Conference on Intelligent Visual Surveillance (IVS), pp.77-80, 2011. 査読あり

[3] K-means Tracker-based Object Tracking Method for Digital Camera, K. Koyama, Y. Hamamoto, H. Kano, H. Wu, IEEE Int. Conf. on Consumer Electronics, 2.2-4, 2010. 査読あり

[4] Segmentation using Partical Filter and Separability Filter, S. Matsuoka, H. Wu, 7th Int. Conf. on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence, pp.357-360, 2010. 査読あり

[5] A Pixel-wise tracking algorithm using stereo camera, Y. Qi, H. Wu, The 7th Int. Conf. on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence, pp.198-201, 2010. (Best paper) 査読あり

[6] Object Tracking with Extended K-means Tracker, Y. Qi, H. Wu, T. Wada, Q. Chen, Second China-Japan-Korea Joint Workshop on Pattern Recognition, pp.216-220, 2010. 査読あり

[7] SIFT 特徴量の拡張と対称性平面物体検出への応用, 佐野 友祐, 呉 海元, 和田 俊和, 陳 謙, 電子情報通信学会論文, Vol. J92-D, No. 8, pp.1176-1185, Aug. 2009. 査読あり

[8] High Performance Control of Active Camera Head using PaLM-tree, T. Nakamura,

Y. Sakata, T. Wada, H. Wu, Journal of Robotics and Mechatronics, Vol.21, No.6, pp.720-725, 2009. 査読あり

[9] Video-rate face detection and tracking using active stereo-camera, K. Suzuki, H. Oike, H. Wu, T. Wada, The 3rd Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT), pp. 275-279, 2009. 査読あり

[10] Accelerating Face Detection by Using Depth Information, H. Wu, K. Suzuki, T. Wada, Q. Chen, The 3rd Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT), pp.657-667, 2009. 査読あり

[11] Fast Face Detection and Tracking using Stereo-camera and Adaptive Color Model, K. Suzuki, H. Wu, T. Wada, Q. Chen, The 6th Int. Conf. on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence, pp. 275-279, 2009. 査読あり

[12] Robot Body Guided Camera Calibration: Calibration using An Arbitrary Circle, Q. Chen, H. Wu, T. Wada, The 5th Int. Conf. on Image and Graphics, pp.39-44, 2009. 査読あり

[学会発表] (計 16 件)

[1] マルチ能動カメラを用いた注目人物の追従システム, 李 鵬, 戚 意強, 呉 海元, 三浦 浩一, 瀧 寛和, 電気学会・次世代産業システム研究会, IIS-12-037, pp.7-12, 2012/3/16, 大阪中央電気倶楽部

[2] 瞬きによる電気の制御システム, 呉 海元, 王 大冠, 三浦 浩一, 瀧 寛和, 電気学会・次世代産業システム研究会, IIS-12-038, pp.13-16, 2012/3/16, 大阪中央電気倶楽部

[3] 幾何制約付 HOG と NFTG による夜間歩行者検出, 前渕 啓材, 呉 海元, 和田 俊和, 電

子情報通信学会技術研究報告, 信学技報, PRMU2011-175, pp.291-296, 2012/1/20. 大阪電気通信大学.

[4] Kinect を用いた顔・髪の毛の追跡, 鈴木一正, 戚 意強, 呉 海元, 情報処理学会研究報告, 情処研報, Vol.2012-CVIM-180 No.58, pp.317-320, 2012/1/20. 大阪電気通信大学.

[5] RCA を用いた局所特徴変換法と生活支援用一般物体認識への応用, 西村 朋己, 呉 海元, 瀧 寛和, 三浦 浩一, 電子情報通信学会技術研究報告, 信学技報, PRMU2011-154, pp.79-84, 2012/1/19. 大阪電気通信大学.

[6] ハウスドルフ距離による近赤外線画像からの夜間歩行者検出, 前渕 啓材, 原田 祥吾, 呉 海元, 和田 俊和, 画像の認識・理解シンポジウム, pp.703-709, 2011/7/22. 金沢市文化ホール

[7] 拡張 K-means Tracker を用いた顔・髪の毛の追跡, 鈴木 一正, 戚 意強, 呉 海元, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), デモセッション, pp.1699-1700, 2011/7/22. 金沢市文化ホール

[8] 能動カメラを用いた人物の追従システム, 李 鵬, 戚 意強, 呉 海元, 中村 恭之, 三浦 浩一, 瀧 寛和, 電気学会・次世代産業システム研究会, IIS-11-027, pp.23-26, 2011/3/18, 大阪中央電気倶楽部

[9] 形状モデルを用いない3次元視覚によるロボットハンドのための把持点検出に関する研究, 平田 雅也, 三浦 浩一, 中村 恭之, 呉 海元, 富田 文明, 西 卓郎, 松田 憲幸, 瀧 寛和, 電気学会・次世代産業システム研究会, IIS-11-027, pp.15-19, 2011/3/18, 大阪中央電気倶楽部

[10] RCA を用いた局所特徴変換法と一般物体認識への応用, 西村 朋己, 呉 海元, 和田 俊和, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU),

pp. 2029-2036, 2010/7/29. 釧路市観光国際センター

[11] MDL と運動一貫性評価を用いたターゲットの自動初期化, 亀井 則宏, 呉 海元, 陳 謙, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), pp. 1287-1294, 2010/7/28. 釧路市観光国際センター

[12] MCMC と分離度フィルタを用いた領域分割, 松岡 修史, 呉 海元, 和田 俊和, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2009) インタラクティブセッション, pp. 1441-1448, 2009/7/22. 島根県松江市

[13] 視点固定型能動カメラと Graph Cuts を用いた前景・背景の分離, ハリムサンディ, 西村 朋己, 前田 光賢, 呉 海元, 画像の認識・理解シンポジウム, pp. 945-952, 2009/7/21. 島根県松江市

[14] MDL と統計量を用いた K-means Tracker の自動初期化, 亀井 則宏, 呉 海元, 陳 謙, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), pp. 894-901, 2009/7/21. 島根県松江市

[15] 一般物体認識に有効な visual words の作成法, 西村 朋己, 呉 海元, 和田 俊和, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), 2009/7/20. 島根県松江市

[16] 適応型固有輪郭モデルを用いた人物の輪郭検出と状態推定, 白石明, 呉 海元, 和田 俊和, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2009) インタラクティブセッション, pp. 499-505, 2009/7/20. 島根県松江市

[その他]

ホームページ等

http://www.wakayama-u.ac.jp/~wuhy/wu2_new.html

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