

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12066

研究課題名（和文）光線群計測に基づく実世界センシングのための選択的注視カメラの開発

研究課題名（英文）Selective Attention Camera for Real-world Sensing

研究代表者

島田 敬士（Shimada, Atsushi）

九州大学・システム情報科学研究所・准教授

研究者番号：80452811

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,700,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では「選択的注視カメラ」と名付ける新しい映像サーベイランスの原理を実現するためのカメラを開発した。具体的には、ライトフィールドカメラを利用した選択的注視センシングの機能を様々な環境下で利用できるように、安価で設定が容易なカメラシステムとして試作した。試作機により映像内の興味領域を抽出する性能実験を行ったところ、画素レベルでの評価で90%以上の高い適合率が得られることが確認された。

研究成果の概要（英文）：This study developed a new camera system called "Selective Attention Camera". The camera concept is inspired by the selective attention sensing, and is realized with low costs for the purpose of general usage. We confirmed a high accuracy of object detection from a video sequence.

研究分野：知覚情報処理

キーワード：画像処理 物体検出 選択的注視

### 1. 研究開始当初の背景

映像サーベイランスにおける変化検出法は、安全・安心のためのシーン内の異常検出や、危険領域への侵入者検出など、安全監視システムの自動化に向けて長年にわたり研究がなされてきた。変化検出には、背景モデリングと呼ばれる定常的に観測されるシーンの状態をモデル化する手法がしばしば用いられ、従来研究ではそのモデル化の精度を高めることに注力したものが多く、これに対して、研究代表者らは「選択的注視センシング」と名付ける新たなセンシングの原理を過去の研究により開発してきた。選択的注視センシングでは、ライトフィールドと呼ばれる複数の光線（一般のカメラでは光線が一本のみ計測される）を同時計測することで、図1に示すようにフォーカスを合わせて注視する空間を任意に設定して、変化検出を行うことができる。



(左): 観測シーン。(中央): 従来技術では興味対象外の自動ドアの動きを検出してしまふ。(右): 申請者が開発した選択的注視センシングによる変化検出結果。

図1 選択的注視センシングの例

### 2. 研究の目的

本研究では、「選択的注視カメラ」と名付ける新しい映像サーベイランスの原理を実現するためのカメラを開発する。市販品のライトフィールドカメラでは適用の場が限定されてしまうため、独自のカメラシステムを試作し、光線群計測ならびにそれらの光線情報処理を効率良く行う手法を確立し、従来センシング技術では困難であったシーンにおいて高性能な変化検出（物体検出や侵入者検出など）を実現させる。

### 3. 研究の方法

#### (1) 選択的注視カメラの試作

これまでの研究成果により、興味空間内での変化検出を高精度に行うためには、カメラアレイ内のカメラ間のベースラインが広い方が望ましいことが分かっている。特に映像サーベイランスのように遠距離から視野を広めに観測するシーンでは、市販されているライトフィールドカメラのベースラインは狭すぎるため、十分な性能が見込めない。そこで本研究では安価な単眼カメラを複数台組み合わせることでベースラインを自由に設定可能なライトフィールドカメラを構築する。これまでの実験によれば、カメラを5台以上設置した方が安定した性能が得られているため、本研究では9台設置タイプの選択的注視カメラを試作する。

#### (2) ライトフィールド背景モデリングに基

### づく興味領域検出

選択的注視カメラで撮影されるライトフィールド画像を利用して、興味領域を検出するための背景モデリングを行う。具体的には、ライトフィールドカメラで観測される複数の光線に対して、合焦空間から発せられた光線かどうかの判定を行う。合焦面から発せられた光線であれば同一色の光線が観測されるため、複数のレンズを通して観測される光線色のヒストグラムは図2の左上に示すように鋭い形状を成す。一方、合焦面以外から発せられた光線であれば、各レンズは様々な観測点からの光線を通すため、光線色分布は同図左下に示すようなまばらな分布となる。

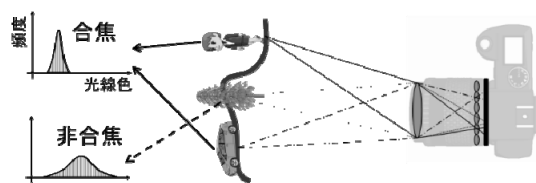


図2 合焦判定のイメージ: 合焦面からの光線色は同一色であると仮定できるため色分布は鋭くなる。

興味領域の検出は合焦空間からの光線かどうかを色分布のばらつきを用いて判定することにより行う。

### 4. 研究成果

#### (1) 選択的注視カメラの試作

図3に示すような安価なUSBカメラで構成される選択的注視カメラを試作した。縦横1.2mのフレーム上にUSBカメラを5台ずつ配置している（中心は共有のため計9台）。



図3 選択的注視カメラ試作機

カメラ間のキャリブレーションは各カメラ画像間のホモグラフィをあらかじめ求

めておく方法を採用した。興味領域検出を行うエリアを簡便に設定するために、カメラからの距離を任意に指定すれば、その距離エリア内を合焦空間にするためのホモグラフィを計算できるようにした。

図 4, 5 に興味領域検出を行うエリアの設定例を示す。図 4 は興味領域検出を行うための合焦空間をひとつだけ設定する例である。カメラから任意の距離の空間を一つ定めることで、その空間内で生じる変化にのみを検出することが可能となる。一方、図 5 では合焦空間を 2 つ設定している。選択的注視カメラではこのように複数のエリアに対して合焦、非合焦を設定することも可能である。

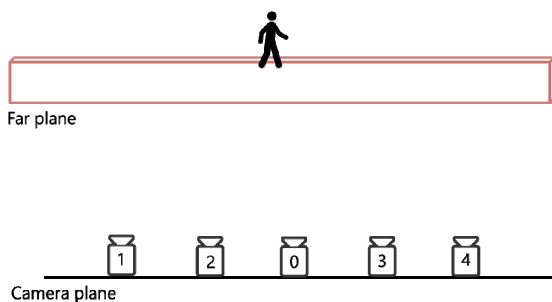


図 4 合焦空間がひとつの場合

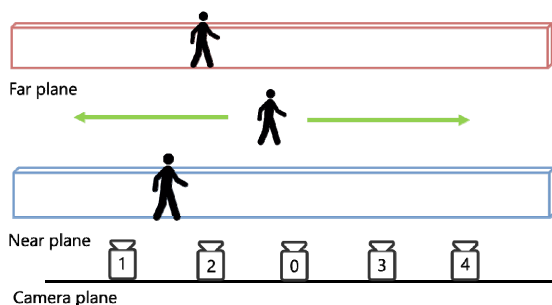


図 5 合焦空間を複数設定する場合

(2) ライトフィールド背景モデリングに基づく興味領域検出

選択的注視カメラの試作機を用いて興味領域検出精度を検証した。図 6 はカメラに近い領域を合焦空間として設定した際の興味領域検出結果例である。同図左が中央カメラの入力画像、同図中央が正解領域、同図右が検出結果である。画面奥に別の人物が歩いているが、その人物を検出することなく手前の人物領域のみを検出できていることが分かる。画素単位での検出精度（適合率）では 96.5% の性能が確認できた。



図 6 興味領域検出結果

## 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 4 件)

- (1) Tsubasa Minematsu, Atsushi Shimada, Hideaki Uchiyama, Vincent Charvillat, Rin-ichiro Taniguchi, Reconstruction-Based Change Detection with Image Completion for a Free-Moving Camera, Sensors, 査読有, Vol. 18, No. 4, p. 1232, 2018
- (2) Tsubasa Minematsu, Hideaki Uchiyama, Atsushi Shimada, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Adaptive background model registration for moving cameras, Pattern Recognition Letters, 査読有, 2017
- (3) Atsushi Shimada, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Background light ray modeling for change detection, Journal of Visual Communication and Image Representation, 査読有, Vol. 38, pp. 55-64, 2016
- (4) 峰松 翼, 五十嵐 正樹, 島田 敬士, 長原 一, 谷口 倫一郎, 背景モデル低コスト化のためのヒストグラムの指数加重更新法, 画像電子学会誌, 査読有, Vol. 45, No. 2, 2016

[学会発表] (計 10 件)

- (1) Roland Sireyjol, Atsushi Shimada, Tsubasa Minematsu, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, How does CNN grasp transparent object features?, The International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2018), 2018
- (2) 郭 熠博, 島田 敬士, 内山 英昭, 馬超, 長原 一, 谷口 倫一郎, CNN for face detection with thermal image, 知覚情報/次世代産業システム合同研究会, 2018
- (3) Tsubasa Minematsu, Atsushi Shimada, Hideaki Uchiyama, Rin-ichiro Taniguchi, Foreground segmentation based on a simple combination of depth and appearance, The 13th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics (MPR2017), 2017
- (4) Tsubasa Minematsu, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi, Analytics of Deep Neural Network in Change

Detection, 14th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal based Surveillance, 2017

- (5) Tsubasa Minematsu, Atsushi Shimada, Hideaki Uchiyama, Rin-Ichiro Taniguchi, Simple Combination of Appearance and Depth for Foreground Segmentation, Background learning for detection and tracking from RGBD videos, 2017
- (6) Tsubasa Minematsu, Atsushi Shimada, Rin-ichiro Taniguchi, Background Initialization based on Bidirectional Analysis and Consensus Voting, 2016 IEEE Scene Background Modeling Contest (SBMC 2016), 2016
- (7) Hideaki Uchiyama, Atsushi Shimada, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, 3D surveillance system using camera array, The 11th International Workshop on Information Search, Integration, and Personalization (ISIP2016), 2016
- (8) Mohamed Ahmed Abdelwahab, Tsubasa Minematsu, Hideaki Uchiyama, Atsushi Shimada, Moataz Mahmoud Abdelwahab, Rin-ichiro Taniguchi, Object Video Segmentation Using Superpixel Motion, The 22nd Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision, pp. 427-431, 2016
- (9) Tsubasa Minematsu, Hideaki Uchiyama, Atsushi Shimada, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Adaptive Search of Background Models for Object Detection in Images Taken by Moving Cameras, The International Conference on Image Processing (ICIP), 2015
- (10) Atsushi Shimada, Hajime Nagahara, Rin-ichiro Taniguchi, Change Detection on Light Field for Active Video Surveillance, 12th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal based Surveillance (AVSS), 2015

[その他]

<http://limu.ait.kyushu-u.ac.jp>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

島田 敬士 (SHIMADA ATSUSHI)

九州大学・大学院システム情報科学研究  
院・准教授

研究者番号：80452811