

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：15501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24700198

研究課題名(和文) プライバシーを侵害しない人物状態検知センサシステムの開発

研究課題名(英文) Development of sensing system for person state detection with privacy-preserving

研究代表者

中島 翔太 (Shota, Nakashima)

山口大学・理工学研究科・講師

研究者番号：20580963

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：輝度分布センサを用いて人物状態を直感的に把握するための監視システム及び、多様な状態の判別が可能なアルゴリズムの開発を行った。また、本センサシステムの汎用性を高めるため、多様な使用環境下に対応した最適な輝度分布センサの設計を行った。これらの成果を元に、身障者用トイレや個室型老人ホームを模擬した環境において人物検知に関するフィールド試験を行い、輝度分布センサシステムの有用性を確認した。

研究成果の概要(英文)：For observing status of people in daily life using Obrid-Sensor, the algorithm development of human motion detections has been implemented. Meanwhile, in order to apply the Obrid-Sensor in various situations in daily life, Obrid-Sensor was optimized in designs according to different requirements in applications. Grounded on the achievements, the field tests of human detection have been implemented in the experimental environment which was built according to the nursing home and multipurpose toilet. The effectiveness of Obrid-Sensor system was confirmed based on the experimental results.

研究分野：知的センシング

キーワード：輝度分布センサ Obrid-Sensor 人物状態検知 プライバシー保護

1. 研究開始当初の背景

家庭内において、高齢者の生命に関わる重大な事故が発生する場所として、最も多く挙げられるのがトイレや浴室である。しかし、そのような場所ではプライバシーの観点からカメラを設置することができない。そのため、安易に監視カメラを設置することが難しい場合がある。そこで、カメラで撮影された画像に対して暗号化したり、ぼかしたりするなどの処理をして、プライバシーを保護する手法が提案されている。しかし、カメラで画像を取得している以上、元の画像を還元される恐れや、被撮影者は通常のカメラと見た目からでは区別ができないといった問題点が残されている。さらには、カメラで撮影されること自体に不快に感じてしまう人もいる。カメラを用いない方法では、一般に使われている赤外線センサで人の有無を検知する手法が提案されているが、室内での人の状態や動作までは検知することができない。そこで、天井や壁全体に赤外線センサを一定間隔に多数配置し、被験者の行動をモニタリングするシステムが提案されている。しかし、装置が大掛かりになり、設置には部屋の改修も伴うため、容易に導入することはできない。そのため、プライバシーを侵害せずに人の位置や状態を監視することができ、設置も容易なセンサシステムの開発は大変有意義である。

2. 研究の目的

本研究では、ロッドレンズとラインセンサを用いたプライバシーを侵害しない人物状態検知センサを開発し、人物の位置及び状態を監視可能なセンサシステムを提案する。このセンサシステムは、従来のビデオカメラとは異なり2次元画像を取得しないという大きな特徴がある。このセンサから得られる情報は、1次元の輝度分布のみであるため原理的にプライバシーを侵害する恐れはない。そのため、カメラの設置を控えていたような場所でも気兼ねなく設置することができる。その結果、高齢者や非健常者の転倒による事故や、病気等による異常行動の早期発見が可能になる。

3. 研究の方法

(1)人物状態を目視により直感的に把握するためのシステムを開発する。具体的な手法としては、検知センサを複数個組み合わせ得られる1次元輝度分布から画像を再構成する。さらに、コンピュータでの人物判定だけでなく、実際に人間が目で状態を視覚的に把握することができるようなアルゴリズムを開発する。

(2)従来の人物位置検出の実験では特定の部屋のみを使用しており、従来の検知センサは、光を集光する役割をするロッドレンズや受光センサの種類を経験則で決めている。そのため、状態検知条件や部屋の大きさや明るさの変化など、環境が異なると検知することが

できない場合がある。そこで、最適なセンサ感度、精度を得るためのレンズ設計や、より最適な検出アルゴリズムの作成を行う必要がある。そこで、検知センサを壁に取り付ける場合は部屋の奥行きや形状、天井に付ける場合は床までの距離などの環境に合わせて、理想的なレンズの形状とセンサのサイズや配置に関して検討を行う。

(3)従来の検知アルゴリズムでは、人物が直立している、転倒している、どの位置に立っているなど単純な判別のみを行っていた。そこで、ベッドやトイレ内での人物状態の多様な判別を行う手法についてのアルゴリズムの開発を行う。

4. 研究成果

(1) 直感的な把握が可能な画像再構成法

対象物の垂直、水平方向の輝度を積分する輝度分布センサから得られる1次元輝度分布を用いて、2次元画像を近似的に再構成する手法を開発した(図1)。再構成した背景画像と対象画像から、背景差分法を用いて人物特徴量を得た後、主成分分析法を用いて人物の位置と角度を推定し、直立状態と転倒状態を高精度に検知できた。

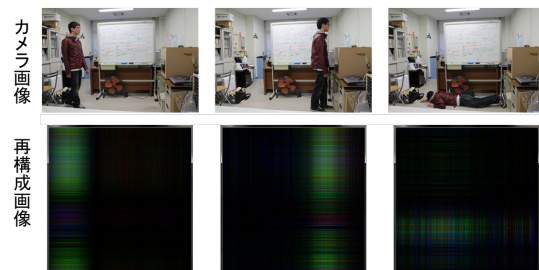


図1 再構成画像

(2) 輝度分布センサの最適設計

ラインセンサのサイズやレンズ形状について環境に応じた最適設計に関する検討を行った。人物の移動や転倒状態の検知については、図2に示す通り垂直輝度成分の積分範囲を人の背の高さと同程度にすることで、高感度な検知することができることがわかった。ここで L_s はロッドレンズの長さである。また、輝度分布センサの集光部にスリットを適用することで、垂直積分範囲を任意に定められるセンサシステムを開発した。

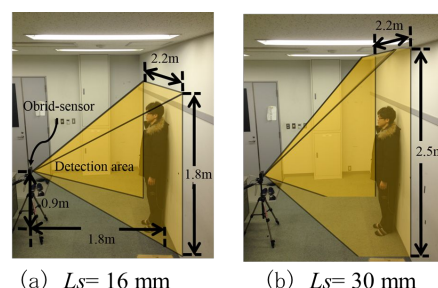


図2 垂直積分範囲

(3) 多様な状態や環境下での状態検知

多様な環境においてフィールド試験を実施した。図3にその一例を示す。垂直方向の輝度分布から人物の横たわりと起き上がり状態、水平方向の輝度分布から離床準備状態を検知していることが確認できる。

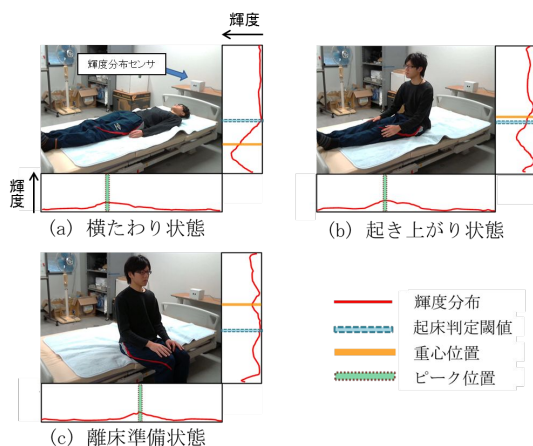


図3 ベッド上における人物状態検知

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計10件)

Shota Nakashima, Shenglin Mu, Kanya Tanaka, Yuhki Kitazono, and Kazuo Haruyama, “Human Shape Detection based on One-Dimensional Brightness Distribution Sensor”, Information Journal, Vol.17, No.2, pp.567-576, 2014. 査読有

Shota Nakashima, Hiroyuki Nakamoto, Shenglin Mu, Yuhki Kitazono, Huimin Lu, and Kanya Tanaka, “Multi-Sphere Detection Method Using One-Dimensional Histogram and Polytope Method”, ICIC Express Letters, Vol.8, No.11, pp.2985-2991, 2014. 査読有

Shota Nakashima, Shenglin Mu, Shintaro Okabe, Tatsuya Ichikawa, Kanya Tanaka, Yuhki Kitazono, and Seiichi Serikawa, “Slit Type One-dimensional Brightness Distribution Sensor”, Proceedings of The 2014 International Symposium on Computer, Consumer and Control, pp.761-764, 2014. 査読有

Shota Nakashima, Shenglin Mu, Tatsuya Ichikawa, Hiromasa Tomimoto, Shintaro Okabe, Kanya Tanaka, Yuhki Kitazono, and Seiichi Serikawa, “Detection Range Fitting of Slit Type Obrid-Sensor”, 15th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD 2014), pp.405-410, 2014. 査読有

中島翔太, 北園優希, 田中幹也, 若佐裕治 :

「1次元輝度分布センサによって得られた分布からの人物の直立転倒推定法の一提案」,産業応用工学会論文誌, Vol.1, No.1, pp.20-26, 2013. 査読有

中島翔太, 春山和男, 北園優希, 陸慧敏, 田中幹也, 穆盛林, 芹川聖一 : 「車椅子と人物の識別が可能なマットセンサシステムの開発」, ライフサポート学会誌, Vol.25, No.2, pp.50-55, 2013. 査読有

Shota Nakashima, Kazuo Haruyama, and Yuhki Kitazono, “Image Reconstruction method for Human Shape Detection Using One-Dimensional Brightness Distribution Sensor”, Proceedings of the 1st International Conference on Industrial Application Engineering 2013, No.PS1-02, pp.244-248, 2013. 査読有

Shota Nakashima, Hiroyuki Nakamoto, Shenglin Mu, Yuhki Kitazono, Huimin Lu, and Kanya Tanaka, “Fast Sphere Detection Based on Polytope Method Using One-dimensional Histogram”, Proceedings of The 1st IEEE/IAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2013, No.PS1-04, pp.239-243, 2013. 査読有

Shota Nakashima, Huimin Lu, Kohei Miyata, Yuhki Kitazono, and Seiichi Serikawa, “Person Localization System Using Privacy-Preserving Sensor”, Journal of Applied Mechanics and Materials (Trans Tech Publications), Vol.103, pp.622-627, 2012. 査読有

Shota Nakashima, Hiroyuki Nakamoto, Yuhki Kitazono, Lifeng Zhang, and Seiichi Serikawa, “A Method for 3D Sphere Detection Using One-Dimensional Histogram and Polytope Method”, Journal of Applied Mechanics and Materials (Trans Tech Publications), Vol.103, pp.628-632, 2012. 査読有

[学会発表](計10件)

山本健太, 春山和男, 日高良和, 中島翔太, 田中幹也 : 「介護における行動検知器の研究開発」,産業応用工学会全国大会 2014 講演論文集, No.S03-05, pp.34-35, (2014.9.28), 西日本工業大学小倉キャンパス, 福岡県北九州市

平井駿, 田中幹也, 中島翔太 : 「乱数を用いた PSO による超音波モータの可変ゲイン型 PID 制御」,第22回計測自動制御学会中国支部学術講演会, pp.28-29, (2013.11.30), 山口大学常盤キャンパス, 山口県宇部市

桐原正敬, 田中幹也, 中島翔太: 「視線入力による食事支援ロボットシステム」第22回計測自動制御学会中国支部学術講演会, pp.134-135, (2013.11.30), 山口大学常盤キャンパス, 山口県宇部市, 福岡県北九州市

高橋裕基, 中島翔太, 北園優希: 「Kinectセンサによる深夜徘徊防止システムの開発」, 産業応用工学学会全国大会2013講演論文集, No.S5-05, pp.42-43, (2013.9.27), 九州工業大学戸畑キャンパス, 福岡県北九州市

塩田良祐, 田中幹也, 若佐裕治, 中島翔太: 「超音波モータの Tribes-PSO を用いたIMC-PID制御」, 第21回計測自動制御学会中国支部学術講演会, pp.34-35, (2012.11.24) 広島工業大学, 広島県広島市

廣島大介, 田中幹也, 若佐裕治, 中島翔太: 「音声認識インタフェースを用いた上肢障害者用食事支援ロボット」, 第21回計測自動制御学会中国支部学術講演会, pp.136-137, (2012.11.24) 広島工業大学, 広島県広島市

岡部慎太郎, 田中幹也, 若佐裕治, 中島翔太: 「状態検知センサを用いた高齢者用安否確認システム」, 第21回計測自動制御学会中国支部学術講演会, pp.170-171, (2012.11.24) 広島工業大学, 広島県広島市

久保聖弘, 田中幹也, 若佐裕治, 中島翔太, 江原史朗: 「体導音センサを用いた自立型脈拍数検出システム」, 生活生命支援医療福祉工学系連合大会(LIFE2012)(2012.11.2-4), 名古屋大学, 愛知県名古屋市

Huimin Lu, Yujie Li, Lifeng Zhang, Shiyuan Yang, Shota Nakashima, Seiichi Serikawa, and Yuhki Kitazono: “Image Denoising Using Non-Gaussian Multivariate Shrinkage Function in Contourlet Domain”, 第65回電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, No.01-1P-06, pp.168-169 (2012.9.24), 長崎大学文教キャンパス, 長崎県長崎市

若佐裕治・田中幹也・中島翔太: 「直接的制御器調整法の近似的解析」, 第41回制御理論シンポジウム, pp.199-202 (2012.9.19), IPC 生産性国際センター, 神奈川県三浦郡葉山町

〔図書〕(計3件)

Shota Nakashima, Shenglin Mu, Okabe Shintaro, Kanya Tanaka, Yuji Wakasa, Yuhki Kitazono, and Seiichi Serikawa, “Restroom Human Detection Using One-Dimensional

Brightness Distribution Sensor”, Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing 2012, Studies in Computational Intelligence (Springer), Vol.492, pp.1-10 (1 July, 2013)

Seiichi Serikawa, Huimin Lu, Yujie Li, Lifeng Zhang, Shiyuan Yang, Akira Yamawaki, Shota Nakashima, and Yuhki Kitazono, “Multimodal Medical Image Fusion in Extended Contourlet Transform Domain”, Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing 2012, Studies in Computational Intelligence (Springer), Vol.443, pp.215-226 (13 August, 2012)

Yujie Li, Lifeng Zhang, Huimin Lu, Yuhki Kitazono, Shiyuan Yang, Shota Nakashima, and Seiichi Serikawa, “A New Type of Using Morphology Methods to Detect Blood Cancer Cells”, Soft Computing in Information Communication Technology, Advances in Intelligent and Soft Computing (Springer), Vol.158, pp.17-25 (1 July, 2012)

〔産業財産権〕

出願状況(計3件)

名称: 路面状態判別報知装置

発明者: 中島翔太、田中幹也

権利者: 国立大学法人山口大学

種類: 特許権

番号: 特願 2012-271538

出願年月日: 2012年12月12日

国内外の別: 国内

名称: 輝度分布センサ

発明者: 中島翔太、田中幹也

権利者: 国立大学法人山口大学

種類: 特許権

番号: 特願 2015-12695

出願年月日: 2015年1月26日

国内外の別: 国内

名称: 一次元輝度分布検知装置

発明者: 中島翔太、田中幹也

権利者: 国立大学法人山口大学

種類: 特許権

番号: 特願 2015-12697

出願年月日: 2015年1月26日

国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等 なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中島 翔太 (SHOTA NAKASHIMA)

山口大学・大学院理工学研究科・講師

研究者番号: 20580963

(2)研究分担者
なし

(3)連携研究者
なし