

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 2 日現在

機関番号：15501

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2016

課題番号：15K21197

研究課題名(和文) 奥行き情報を取得可能なプライバシーを侵害しない人物状態検知システムに関する研究

研究課題名(英文) Study on privacy preserving detection system of a person's state using depth information

研究代表者

中島 翔太 (NAKASHIMA, Shota)

山口大学・創成科学研究科・講師

研究者番号：20580963

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、これまで開発してきたプライバシーを侵害せずに人物状態を検知する輝度分布センサを用いて、直立状態や転倒状態を判別するための閾値を自動で設定する方法を提案した。さらに、本センサで奥行き情報が取得可能な手法を開発し、自動閾値設定法と組み合わせることで、被験者との奥行き距離が変化した場合も人物状態を検知できる手法を提案した。これらの研究成果から、実用的で頑健な人物の状態検知が可能なセンシングシステムを実現した。

研究成果の概要(英文)：In this study, using the developed one-dimensional brightness distribution sensor which detects a person's state without privacy violation, a method that automatically sets a threshold to distinguish the state of standing up and falling down was proposed. Furthermore, using the developed sensor, the depth measurement method was also realized. Thus, by combining this method with the automatic thresholding method, a method that can detect the person's state regardless of the depth distance changes from the sensor was proposed. According to experimental results in the research, a practical and robust sensing system that can detect the state of a person was achieved.

研究分野：知的センシング

キーワード：輝度分布センサ Obriid-Sensor 人物状態推定 プライバシー保護 見守りシステム 医療福祉

1. 研究開始当初の背景

高齢者の身体機能の低下による転倒事故は、日常生活を送る家庭内で最も発生している。特に、独居高齢者による家庭内での転倒事故は、孤独死に至る危険性が高く、高齢者を見守るためのセンシングシステムが求められている。そこで、監視カメラを用いた画像処理により人物状態を判定するシステムが提案されているが、カメラはプライバシーを含む情報を取得するため、被験者が撮影されることに不快感を持つといった問題があった。この問題を解決するために、ロッドレンズとラインセンサで構成し、プライバシーを侵害せずに人物状態を検知可能な輝度分布センサを開発してきた。具体的に人物状態を検知する方法として、輝度分布センサに背景差分法を適用し、得られる被験者の特徴量の変化から推定する方法を提案した(引用文献)。また、得られた特徴量から画像再構成を行い、人物状態を把握する方法も提案した(引用文献)。

これまで開発した輝度分布センサシステムでは、直立や転倒といった各人物状態を判定するための特徴量の閾値は固定であり、使用する環境が同一であっても、対象ごとに状態判別の閾値を手動で設定する必要があった。また、被験者の奥行き方向の移動について考慮していなかったため、輝度分布から得られる特徴量の形状や再構成した画像が被験者の大きさや位置を正しく推定できていなかった。そのため、被験者までの奥行きが異なると状態判別が正しく行われないことや、再構成した画像がどのような状態か把握できないといった問題があった。

2. 研究の目的

本研究では、輝度分布センサで奥行き情報を取得可能な手法を提案し、より実用的で頑健な人物の状態検知が可能なセンシングシステムの実現を目的とする。

3. 研究の方法

研究の目的を達成するための方法として、下記の3つのアプローチを説明する。

(1) 輝度分布センサを用いたステレオ法と一点透視図法を用いた距離測定法を提案する。

(2) 輝度分布の重心位置の変化を利用した状態判別の自動閾値設定法を提案する。重心位置を用いた状態判別は、検知範囲の水平方向を積分した輝度分布(特徴量)の重心位置を用いて判別している。ここで重心位置とは、水平軸(Brightness)を x 、垂直軸(Vertical position)を y とした場合に輝度分布の面積から求まる重心座標点 (x_g, y_g) であり、垂直重心位置 y_g を転倒判定に用いる。垂直重心位置 y_g は、人物の状態だけでなく、衣服や体型、背景によって変化するため、使用環境(背景)が同一であっても、被験者ごとに状態判別の閾値を手動で設定する必要があった。そこで、

人物状態を判別する閾値を自動で設定する自動閾値設定法を提案する。

(3) 人物の奥行き距離によらない状態検知が可能なセンシングシステムを開発する。これまでに考慮していなかった奥行き距離が変化した場合の人物状態を判別できるようにするため、(1)の距離測定法を(2)の自動閾値設定法に適用することで、頑健な人物状態検知を実現する。また、もう1つのアプローチとして、輝度分布の特徴量の縦幅と横幅の比率を用いた人物状態検知手法も提案する。

4. 研究成果

(1) 輝度分布センサを用いた距離測定法

まず、ステレオ法を用いた距離測定法の原理について図1に示す。図1と式(1)より、輝度分布センサを2台用いて得られる2つの

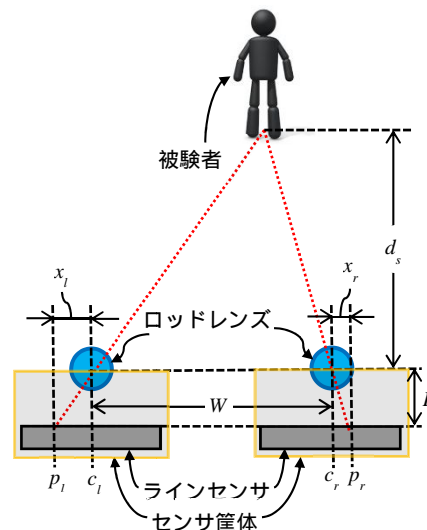
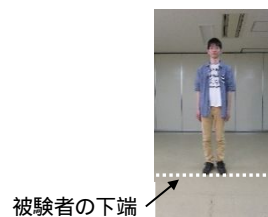
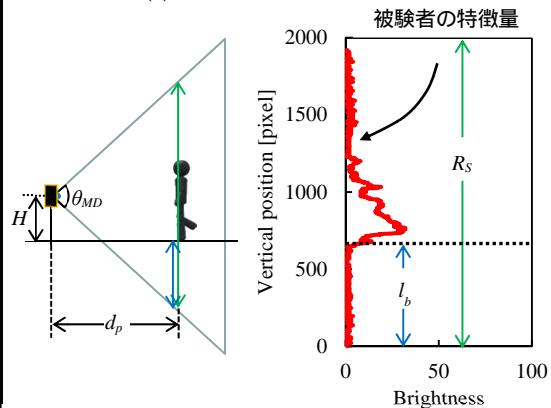


図1 ステレオ法による奥行き距離測定モデル



(a) 確認用カメラ画像



(b) 側面図

(c) センサから得られた輝度分布

図2 一点透視図法による奥行き距離測定法

特徴量のピーク位置から、センサと被験者間までの距離 d_s を測定できた。次に、一点透視図法を用いた距離測定法の原理について、図2に示す。図2と式(2)より、1台の輝度分布センサから得られる特徴量から、センサと被験者間の距離 d_p を測定できた。

$$d_s = \frac{F \cdot W}{x_l + x_r} \quad (1)$$

$$d_p = \frac{H}{\left(1 - 2 \frac{l_b}{R_S}\right) \tan \frac{\theta_{MD}}{2}} \quad (2)$$

ここで式(1)について、ロッドレンズの焦点距離を F 、左のラインセンサの中心位置 c_l と右のラインセンサの中心位置 c_r の間の距離を W 、左のラインセンサの中心位置 c_l と取得した被験者の位置 p_l の間の距離を x_l 、同様に右のラインセンサの c_r と p_r の間の距離を x_r とする。また式(2)について、垂直方向の移動検知角度を θ_{MD} 、センサ設置高さを H 、測定可能範囲を R_S 、測定可能範囲の下端から被験者の下端までの長さを l_b とする。

(2) 輝度分布の重心位置の変化を利用した状態判別の自動閾値設定法

人物進入時の輝度分布の重心値を基準値 T_s とし、検知したい人物状態で基準値 T_s から変化した割合 V (%) を計測し、設定する。これにより、 n 種類の人物状態を変化割合 $V(n)$ として設定することで、衣服や体型、背景によらず状態判別できた。

(3) 人物の奥行き距離によらない状態検知が可能なセンシングシステムの開発

(1)の距離測定法から得られる輝度分布センサと被験者間の距離情報に応じて、(2)の自動閾値設定法の閾値の制御を行う手法を提案した。また図3のような、被験者の身長 h に対応した輝度分布の特徴量の縦幅 f_h と、被験者の横幅 w に対応した特徴量の横幅 f_w の比率 f_h / f_w を用いることで、被験者の奥行き方向の移動によらず人物状態を判別する手法も提案した。これらの提案手法により、これ

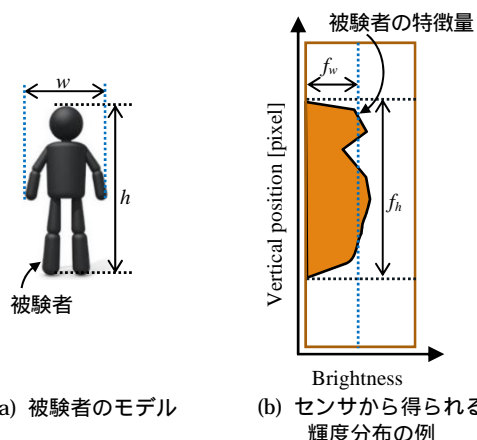


図3 被験者とその特徴量の関係

までに考慮していなかった奥行き距離が変化した場合の人物状態を判別できた。

<引用文献>

S. Nakashima, S. Mu, S. Okabe, K. Tanaka, Y. Wakasa, Y. Kitazono, and S. Serikawa, "Restroom Human Detection Using One-Dimensional Brightness Distribution Sensor," *Software Eng., Artificial Intell., Networking and Parallel/Distributed Computing, Studies in Computational Intell.* (Springer), vol. 492, pp. 1-10 (2013)
 S. Nakashima, S. Mu, K. Tanaka, Y. Kitazono, and K. Haruyama, "Human Shape Detection based on One-Dimensional Brightness Distribution Sensor," *Inform.*, vol. 17, no. 2, pp. 567-576 (2014)

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5件)

Shota Nakashima, Shenglin Mu, Shingo Aramaki, Yuhki Kitazono, and Kanya Tanaka, "Slit-Type One-dimensional Brightness Distribution Sensor for Object Tracking", *Computers and Electrical Engineering* (accepted) 査読有.

Shota Nakashima, Shingo Aramaki, Yuhki Kitazono, Shenglin Mu, Kanya Tanaka, and Seiichi Serikawa, "Application of Ultrasonic Sensors in Road Surface Condition Distinction Methods", *Sensors*, Vol.16, Iss.10, 1678, pp.1-8 (2016) 査読有.

Shingo Aramaki, Yudai Moriyoshi, Shenglin Mu, Kanya Tanaka, and Shota Nakashima, "Proposal of Fall Down Detection Method using Shape of Feature Quantity Obtained by Obrid-Sensor", 2016 IEEE Region 10 Conference (TENCON) Proceedings of the International Conference, pp.365-368 (2016) 査読有.

Shingo Aramaki, Kenkichi Okamoto, Shenglin Mu, Kanya Tanaka, and Shota Nakashima, "Depth Measurement Method using Perspective to Single Obrid-Sensor", *Proceedings of 2016 RISP International Workshop on Nonlinear Circuits, Communications and Signal Processing*, pp.253-257 (2016) 査読有.

Shota Nakashima, Shingo Aramaki, Tatsuya Ichikawa, Shenglin Mu, Kanya Tanaka, and Kanya Tanaka, "Depth Measurement Method with Applying Stereo vision to One-Dimensional Brightness Distribution Sensors", Proceedings of 24th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) (2015) 査読有.

〔学会発表〕(計5件)

杉村達也, 荒牧真悟, 田中幹也, 中島翔太: 「一次元輝度分布センサを用いた人物抽出手法の提案」, 第24回計測自動制御学会中国支部学術講演会, 2016.11.26, 広島大学(広島県・広島市)

森吉雄大, 荒牧真悟, 田村哲士, 田中幹也, 中島翔太: 「病院や福祉施設を想定した一次元輝度分布センサによる離床動作検知手法の提案」, 第24回計測自動制御学会中国支部学術講演会, 2016.11.26, 広島大学(広島県・広島市)

荒牧真悟, 森吉雄大, 穆盛林, 田中幹也, 中島翔太: 「一次元輝度分布センサを用いた浴室における状態推定法の提案」, LIFE2016(生活生命支援医療福祉工学系連合大会2016), 2016.9.6, 東北大学青葉山キャンパス(宮城県・仙台市)

岡本賢吉朗, 荒牧真悟, 田中幹也, 中島翔太: 「一次元輝度分布センサにおける奥行き距離測定法の提案」, 第24回計測自動制御学会中国支部学術講演会, 2015.11.28, 岡山理科大学(岡山県・岡山市)

森吉雄大・荒牧真悟・中島翔太・田中幹也: 「一次元輝度分布センサを用いた離床検知システムの提案」産業応用工学会全国大会2015, 2015.9.4, 福岡大学(福岡県・福岡市)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計4件)

名称: 対象物検出装置
発明者: 中島翔太
権利者: 山口大学
種類: 特許
番号: 特願2016-234323号
出願年月日: 2016.12.01
国内外の別: 国内

名称: 離床検知装置
発明者: 中島翔太, 田村哲士

権利者: 山口大学, ヒースト株式会社
種類: 特許
番号: 特願2016-196879号
出願年月日: 2016.10.05
国内外の別: 国内

名称: 転倒状態検知システム及び方法
発明者: 中島翔太, 田中幹也
権利者: 山口大学
種類: 特許
番号: 特願2015-205726号
出願年月日: 2015.10.19
国内外の別: 国内

名称: 奥行き検知システム及び方法
発明者: 中島翔太, 田中幹也
権利者: 山口大学
種類: 特許
番号: 特願2015-199663号
出願年月日: 2015.10.07
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 (NAKASHIMA, Shota)
山口大学・大学院創成科学研究科・講師
研究者番号: 20580963

(2) 研究分担者 なし

(3) 連携研究者 なし

(4) 研究協力者 なし