

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

Proposal of Condition Estimate Method in Bathroom using Obrid-Sensors

○ 荒牧真悟（山口大） 森吉雄大（山口大） 穆盛林（広島商船高専）

田中幹也（山口大） 中島翔太（山口大）

Shingo ARAMAKI, Yamaguchi University  
Yudai MORIYOSHI, Yamaguchi University  
Shenglin MU, National Institution of Technology, Hiroshima College  
Kanya TANAKA, Yamaguchi University  
Shota NAKASHIMA, Yamaguchi University

**Abstract:** The accidents in bathroom by the elderly people are increasing yearly. The main causes of these include a near-drowning and syncope by the heat shock. In order to detect an accident early, an use of a surveillance camera is considered. However, the system using a surveillance camera has several problems such as the violation of privacy, its discomfort to the photographed person, and its high cost. Hence, it is difficult to install a system using the camera in bathroom. In our previous research, without violating the privacy, a system using One-dimensional brightness distribution sensor (Obrid-Sensor) which can detect the presence, the position, and the motion of a person was proposed. In this research, we install two Obrid-Sensors in bathroom and propose method to estimate the condition of the subject.

**Key Words:** Obrid-Sensor, Condition Estimate, Bathroom, Elderly, Heat Shock

1. はじめに

日本は世界で最も入浴中に溺死する人が多い<sup>(1)</sup>。さらに日本で入浴中に死亡する人のうち、9割が65歳以上の高齢者である。このことから高齢化の進行に伴い、高齢者による浴室での事故件数は年々増加している<sup>(2)</sup>。その主な原因は、温度変化によって急激に血圧が上下するヒートショック<sup>(3,4)</sup>による失神や溺水が挙げられる。

事故を早期発見するためにカメラが用いられることがある。しかし、プライバシーの侵害や撮影への不快感、高コストといった問題点から、家庭内の浴室に設置することは困難である<sup>(5-8)</sup>。そこで我々は先行研究として、一次元輝度分布センサを用いてプライバシーの問題なく人の存在と位置、動きを検知するシステムを提案してきた<sup>(9,10)</sup>。本研究では、二台の一次元輝度分布センサを浴室内に設置し、浴室での被験者の状態を推定する手法を提案する。

2. 一次元輝度分布センサ

2.1 一次元輝度分布センサの理論構造

一次元輝度分布センサの理論構造を Fig. 1 に示す。Fig. 1(a)に全体図、Fig. 1(b)に上面図、Fig. 1(c)に側面図を示す。

Fig. 1(a)のように対象から放射される光はロッドレンズを通過し、ラインセンサに入射する。Fig. 1(b)のようにセンサを上面から見たとき、ロッドレンズは両凸レンズの形状となる。したがって対象から放射される水平方向 (Fig. 1(b)の  $R$  から  $L$  までの連続した点) の光は、ロッドレンズの中心を光学的中心としてラインセンサ上のそれぞれ対応する連続した点  $S^R$  から  $S^L$  に入射する。一方、Fig. 1(c)のようにセンサを側面から見たとき、ロッドレンズのレンズ作用はない。したがって対象の同じ水平位置 (Fig. 1(c)の  $C^+$  から  $C^-$  までの連続した点) から放射される光はラインセンサの一点  $S^C$  に入射する。

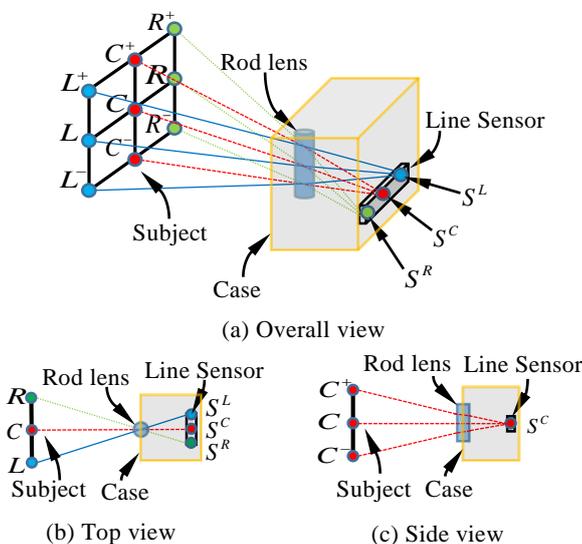


Fig. 1 Theoretical structure of Obrid-Sensor

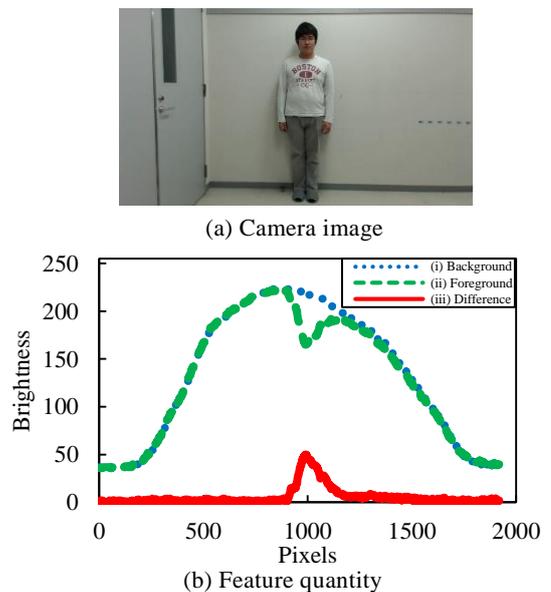
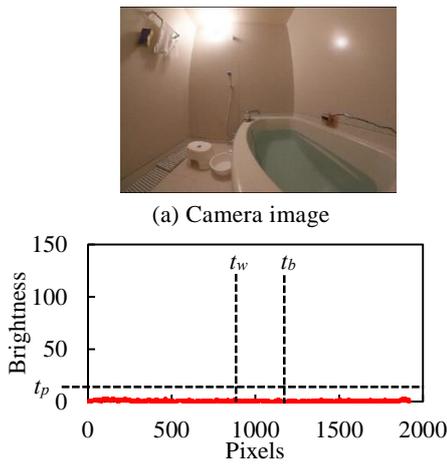


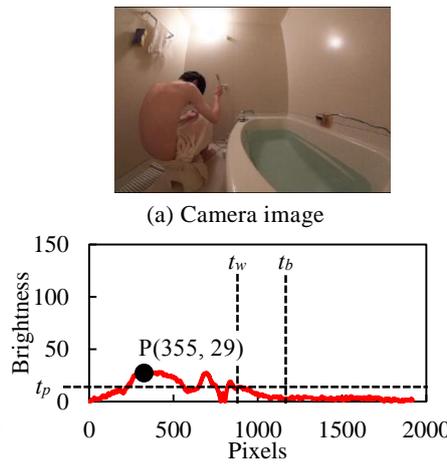
Fig. 2 Subject feature quantity obtained by background subtraction method





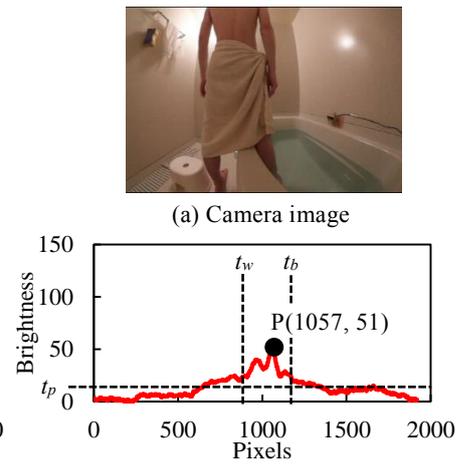
(b) Feature quantity of bathroom sensor

Fig. 5 Before subject enters bathroom



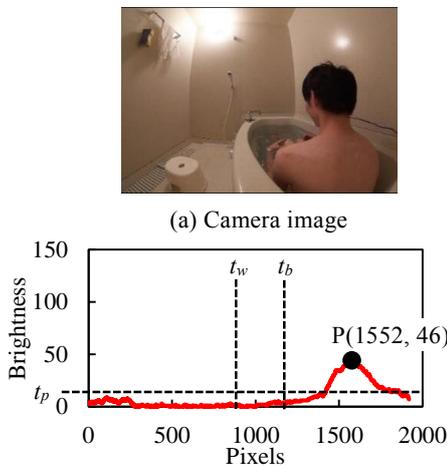
(b) Feature quantity of bathroom sensor

Fig. 6 Subject in washing place

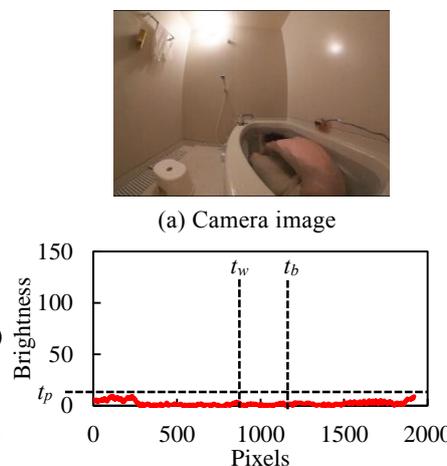


(b) Feature quantity of bathroom sensor

Fig. 7 Subject in edge of bathtub

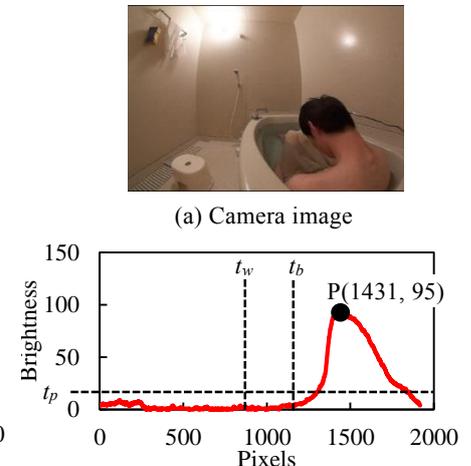


(b) Feature quantity of bathroom sensor



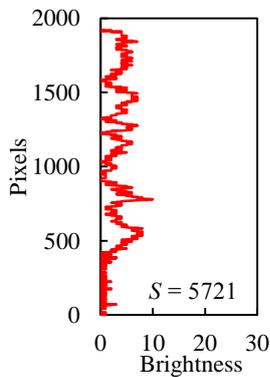
(b) Feature quantity of bathroom sensor

Fig. 9 Condition of drowning

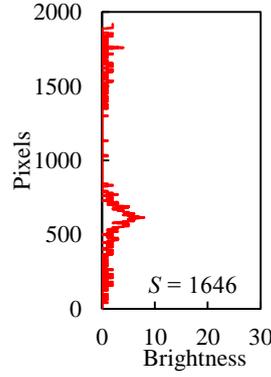


(b) Feature quantity of bathroom sensor

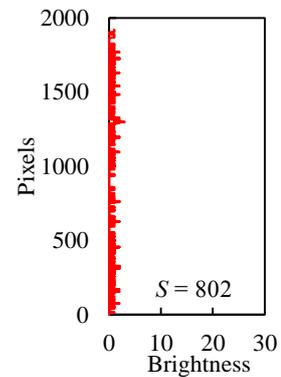
Fig. 10 Condition of syncope



(c) Feature quantity of bathtub sensor



(c) Feature quantity of bathtub sensor



(c) Feature quantity of bathtub sensor

Fig. 8 Subject in bathtub

Fig. 9 Condition of drowning

Fig. 10 Condition of syncope

#### 4.2 実験条件および実験方法

本実験では，浴室用センサと浴槽用センサの二台のセンサを使用した．Table 1 に実験条件，Fig. 4 に実験環境を示す．一次元輝度分布センサ内部の受光素子として，Logicool社製 Logicool HD Webcam C615 を使用した．この CMOS エリアセンサの一行のみの輝度値を取得することで，ラインセンサとして使用した．また，ロッドレンズには，Edmund Optics 社製 TS ロッドレンズ N-BK7 3 X 10 を用いた．この実験環境である浴室中央の照度は 98 lx（浴室用センサ検知方向の照度は 49 lx，浴槽用センサ検知方向の照度は 35 lx）であった．

実験方法として，被験者を浴室内の洗い場から浴槽にかけて浴室で想定される動作を伴いながら移動させた．浴槽では，溺水した状態や一定時間静止する失神した体勢をとることで異常状態を模擬的に再現した．このとき，浴室における状態推定法を適用させたアプリケーションを用いて，二台のセンサから取得される対象の特徴量から被験者の状態を推定した．

#### 4.3 実験結果および考察

Fig. 5～Fig. 10 に浴室で想定される動作毎の実験結果を示す．それぞれの図の(a)に浴室用センサと同じ位置に設置した確認用のカメラ画像，(b)に浴室用センサから取得され

る輝度分布とその最大点  $P$ ，各閾値を示す．また(c)に浴槽用センサから取得される輝度分布とその面積  $S$  を示す．

以上の結果から，提案した浴室における状態推定法について，浴室内の人物状態を正しく推定することが可能であり，本手法の有効性が確認できた．

## 5. おわりに

本研究では，浴室での事故を想定し，一次元輝度分布センサを用いた人物の状態推定法を提案した．一次元輝度分布センサで対象の特徴量を取得する手法に背景差分法，対象の動作特徴量を取得する手法にフレーム間差分法を応用した．これらの手法を二台のセンサに適用した評価実験から，本手法の有効性が確かめられた．

一次元輝度分布センサに本手法を導入することで，高齢者による浴室での溺水や失神といった事故の早期発見が期待できる．

## 謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K21197 の助成を受けたものである．

## 参考文献

- (1) C.-Y. Lin, Y.-F. Wang, T.-H. Lu, I. Kawach, Unintentional drowning mortality, by age and body of water: an analysis of 60 countries, *Injury Prevention*, Vol. 21, No. E1, pp. e43-e50, 2015.
- (2) 厚生労働省, H26年人口動態調査, 2015.
- (3) 高崎 裕治, 大中 忠勝, 栃原 裕, 永井 由美子, 伊藤 宏充, 吉竹 史郎, 冬期の浴室とトイレにおける寒冷暴露と高齢者の反応, *人間と生活環境*, Vol. 17, No. 2, pp. 65-71, 2010.
- (4) Y. Ota, K. Ota and A. Kajiwara, Empirical study of UWB-IR sensor watching for bathroom, 2011 IEEE Radio and Wireless Symposium, pp. 410-413, 2011.
- (5) I. Kitahara, K. Kogure and N. Hagita, Stealth Vision: A method for video capturing system with protecting privacy, *IEICE Technical Report*, Vol. 103, pp. 89-94, 2004.
- (6) T. Koshimizu, T. Toriyama, S. Nishino, N. Babaguchi and N. Hagita, Visual abstraction for privacy preserving video surveillance, *IEICE Technical Report*, Vol. 105, pp. 259-302, 2005.
- (7) T. Koshimizu, T. Toriyama and N. Babaguchi, Factors on the sense of privacy in video surveillance, in *Proceedings of the 3rd ACM workshop on Continuous archival and retrieval of personal experiences - CARPE '06*, p. 35, 2006.
- (8) K. Yabuta, H. Kitazawa and T. Tanaka, A fixed monitoring camera image processing method satisfying both privacy protection and object recognition, *IEICE Technical Report*, Vol. 105, No. 29, pp. 13-18, 2005.
- (9) . Nakashima, S. Mu, S. Okabe, K. Tanaka, Y. Wakasa, Y. Kitazono and S. 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, 2013.
- (10) S. Mu, S. Nakashima and K. Tanaka, Applications of Ultrasonic Sensors and Obrid-Sensor in Safety

Confirmation System for Elders, 15th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/Distributed Computing (SNPD 2014), pp.399-404, 2014.

- (11) E. Komagal and A. Vinodhini, Real time Background Subtraction techniques for detection of moving objects in video surveillance system, in 2012 International Conference on Computing, Communication and Applications, pp. 1-5, 2012.
- (12) T. Hashiyama, D. Mochizuki, Y. Yano and S. Okuma, Active frame subtraction for pedestrian detection from images of moving camera, *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, Vol. 1, pp.480-485, 2003.