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

森吉 雄大^a 荒牧 真悟^a 中島 翔太^a 田中 幹也^a

^a 山口大学

1. はじめに

近年日本では、高齢化社会が深刻化している。それに伴い、介助者の不足と負担が増大している。高齢者の日常生活の中でベッドから離床する際に、誤って転倒する事故を引き起こしてしまう問題がある。しかし、高齢化社会が深刻化しているため、安否確認を行う介助者が不足している。解決方法として、ベッドから離床する際に、降りたことを確認する検知手法があり、その手法として、離床検知用マットセンサ⁽¹⁾がある。しかし、離床検知用マットセンサは検知範囲が一定であり、またマットでつまづく可能性もある。そこで、監視カメラを設置する方法が考えられる。しかし、監視カメラは、プライバシーの観点から、個人の生活空間に設置することが困難である⁽²⁾。このため、つまづくことがなく、設置する環境に合わせて検知範囲を任意に設定できる 1 次元輝度分布センサ⁽³⁾を用いたシステムを提案する。1 次元輝度分布センサは、プライバシーを侵害せず、対象人物の存在や位置、動きを検知することが可能である。本研究では、この 1 次元輝度分布センサを応用し、従来の離床検知用マットセンサと同様のシート状の検知範囲を持った 1 次元輝度分布センサを提案した。

2. 1 次元輝度分布センサ

2.1 1 次元輝度分布センサの構造

1 次元輝度分布センサは、ラインセンサとロッドレンズにより構成されている。センサの構造を Fig.1 に示す。ロッドレンズの性質より、各垂直成分の光はレンズ作用のないままラインセンサの対応する点へ入射する。そのため、2 次元画像の各垂直画素ラインの加算値にほぼ等しい 1 次元輝度分布がラインセンサより出力される。1 次元輝度分布から 2 次元画像を復元することは不可能であるため、プライバシーを保護しつつ、人物の状態検知を可能としている。また、センサの垂直検知範囲は次式で定められる。

$$\theta_V = 2 \tan^{-1} \left[\frac{l_c}{(2f + \phi)} \right] \quad (1)$$

ここで、垂直検知角度は θ_V 、ロッドレンズの長さは l_c 、焦点距離は f 、ロッドレンズの直径は ϕ である。

Proposal of Lifting Detection System Using Obrid-Sensor
 Yudai Moriyoshi^a, Shingo Aramaki^a, Shota Nakashima^a,
 Kanya Tanaka^a

^aYamaguchi University

Fig. 1. Construction of obrid-sensor.

(a) Camera image.

(b) One-dimensional brightness distribution.

Fig. 2. Brightness distribution.

2.2 対象検知手法

対象の輝度分布は、事前に取得した背景の輝度分布と対象者が入ってきたときの輝度分布を比較する。そして、背景に存在しなかった対象を抽出する。その手法を背景差分法という。Fig.2 は 1 次元輝度分布センサで背景差分法を用いて取得した結果の波形を示している。波形(i)は、背景の輝度分布を示している。波形(ii)は、対象者が入ってきたときの輝度分布を示している。波形(iii)は、波形(i)と波形(ii)の差を示している。よって、その差のピーク位置が、対象の位置であることを示している。

Fig. 3. Developed obriid-sensor.

Fig. 4. Experimental environment.

3. 評価試験

3.1 実験環境と実験方法

使用したセンサは、従来ある離床検知用マットセンサ (90 cm×60 cm) を想定し、1 次元輝度分布センサを作製した。そのセンサを Fig.3 に示している。作製したセンサの水平検知範囲は、従来の 1 次元輝度分布センサと同様とした。垂直検知範囲は、ロッドレンズの長さ l_c を約 1 mm となるように狭め、足が地面に付く直前で検知できるようにした。(1)式と今回使用した各値 $l_c = 1.0$ mm, $f = 2.2$ mm, $\phi = 3.0$ mm より、垂直検知範囲の理論値は、 15.39° となる。このような、シート状の検知範囲を持った 1 次元輝度分布センサを作製した。Fig.4 に実験環境と測定点を示している。実験環境は、床からベッドの高さを 66 cm とし、センサをベッドの枕側の床に設置した。対象を人物として、ベッドから離床するときの足の高さを床から 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm とした。また、センサから足までの距離を 100 cm, 150 cm, 200 cm とした。これらの位置で検知する位置と検知しない位置を測定した。

3.2 検証実験結果と考察

Table 1 に実験結果を示す。測定結果より、0 cm と 10 cm の高さでは全ての距離で対象者の足を検知した。そのことから、対象者が離床する際に、ベッドのどの位置から離床しても確実に検知できることがいえる。しかし、実際は布団を使用するため、布団を考慮するならば、検知範囲を狭め、全ての距離で 10 cm 以下で検知できれば良いと考えられる。また、今回使用したセンサの垂直方向の理論値は、 15.39° である。今回はセンサを床に置いているため、検知角は半分の 7.695° となる。このことから、

Table 1. Experimental results.

Height from the floor to the feet of the subject	The distance between an obriid-sensor and the subject		
	100 cm	150 cm	200 cm
30 cm	×	×	○
20 cm	×	○	○
10 cm	○	○	○
0 cm	○	○	○

Table 2. Relationship of distance and height.

Distance y [cm]	100	150	200
Height x [cm]	13.51	20.27	27.02

$$x = y \times \tan(7.695) \quad (2)$$

1 次元輝度分布センサから対象者までの距離を y cm, 床から対象者の足までの高さを x cm として式(2)から、x cm をそれぞれの距離 y に応じて計算した x の結果を Table 2 に示した。Table 2 より 1 次元輝度分布センサから対象者までの距離が 100 cm の場合は高さが 13.51 cm まで検知しているため Table 1 の結果と一致していることがわかる。150 cm の場合は高さが 20.27 cm まで検知しているため Table 1 の結果と一致していることがわかる。200 cm の場合は高さが 27.02 cm まで検知できるのに対し、Table 1 では 30 cm まで検知している。この原因として、蛍光灯などの光の入射によって壁に足の影ができ、その影をセンサが検知したと考えられる。

4. まとめ

本研究では、マットセンサの代用として 1 次元輝度分布センサを用いた離床検知システムを提案した。本研究の離床検知システムを用いることによって、プライバシーに問題なく、対象者がベッドから離床したことが検知できた。さらに、1 次元輝度分布センサを用いているため、設置する環境に合わせて検知範囲を任意に設定することも可能となる。このことから、離床検知システムの精度と機能性の向上が期待できる。

文 献

- (1) 春山和男, 田中幹也, 小林茂樹, 安岡克典, 内堀晃彦, 岡正人: 「電灯線通信とマット・センサーを用いた離床検知通報装置の開発」, 電気学会論文誌 D, Vol. 126, No. 11, pp. 1507-1513, 2006
- (2) Chinomi K, Koshimizu T, Nitta N, Ito Y, and Babaguchi N: "Privacy protecting visual processing for secure video surveillance", IEEE, pp. 1672-1675, 2008
- (3) Nakashima S, Mu S, Okabe S, Ichikawa T, Tanaka K, Kitazono Y, and Serikawa S: "Slit type one-dimensional brightness distribution sensor", IEEE, No. 6845994, pp. 761-764, 2014