

介護福祉施設におけるセンサシステムの開発 (第1報)

機械電子スタッフ 中山 洋 真野 毅 渋谷佳男*
 株式会社富士セラミックス 岩崎君男 福島利博 鈴木嘉幸
 株式会社オーエステクノロジー 尾崎研三

Development of Sensing Systems for persons in Nursing Home (1st Report)

Hiroshi Nakayama, Tsuyoshi Mano, Yoshio Shibuya,
 Kimio Iwasaki, Toshihiro Fukushima, Yoshiyuki Suzuki and Kenzo Ozaki

We researched into real situation in some nursing homes through interview with their care staffs. As the result of them, it has been understood that there are a lot of risks of falling down from beds. The new pyroelectric infrared sensor with lead-free thin film was possible to detect various human motions in bed adequately. Therefore, we made the experimental sensing system in order to detect human motions with risks of falling down from beds adequately.

1. はじめに

日本は世界の主要先進国の中で、最も少子高齢化が進んでいる国であり、今後も一層進んでいくと予想される。図1に示すように日本の人口割合(平成17年)は、15歳未満が約14%、15~64歳が約65%で減少傾向にあるのに対し、65歳以上は約21%と増加傾向にあり、静岡県においても同様の傾向を示している。今後さらに高齢者が増えていくだけでなく、それを支える人が少なくなっていくという現状があることから、高齢者が入居する介護福祉施設などの生活環境は重要な問題となっていく。入居者はプライバシーを守りつつ、安心・安全・

快適な生活を送ることを望んでいるが、介護する側からすると人手不足や長時間重労働につながるなどの課題があり、今後さらに深刻化していくと予想される。そのため、人の代わりとなる機器やセンサ類の必要性は高まっていくと考えられる。

そこで、介護福祉施設に必要な機器を開発するために、施設の実態やニーズ調査を行った。そして、その結果を踏まえて新たなセンサシステムの開発・検討を行った。

2. 方法

2.1 介護福祉施設の実態調査

介護福祉施設の現状の把握や現場の声を聞くために、富土地域を中心に特別養護老人ホームなどを訪問し、実態・ニーズ調査(7施設)を行った。

2.2 ベッド上の動作検知能の評価

当センターのベッド上において、昨年度得られた非鉛系薄膜赤外線センサ¹⁻³⁾を用いて、人の動きから得られるセンサ出力を測定・評価した。薄膜センサ素子を搭載した人体検知センサの電子回路の出力端子をデジタルオシロスコープに接続して、人の発する赤外線に起因する出力電圧を測定した。

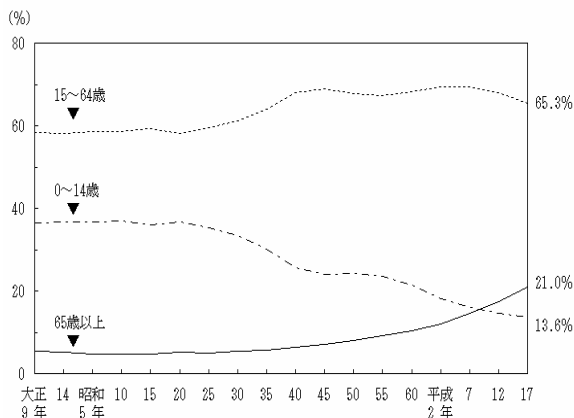


図1 日本の年齢(3区分)別人口割合の推移
 (平成17年国勢調査速報抜粋)

*) 現 静岡県工業技術研究所 材料科

2.3 センサシステムの試作

小型化、省電力化、低コスト化に有利な新規 ZigBee 無線通信技術⁴⁾と非鉛系薄膜赤外線センサを融合して、ベッド上での転倒・転落の危険性のある動きを検知できるセンサシステムを試作した。

3. 結果と考察

3.1 介護福祉施設の実態・ニーズ

実態調査から得られた施設の実態やニーズ結果の一部を下記に示す。

- ・個室でユニットケア型の施設が増えている。
- ・ベッドの両脇には転がって落ちないように、柵が一部してある。
- ・ベッドから降りる時に転倒・転落の危険性のある入居者が多く、骨折して寝たきりになってしまった人もいる。
- ・ベッドの上や足下に置くマットタイプのセンサもあるが、誤報知や非検出がある。
- ・車いすから立ち上がろうとして転倒してしまう入居者がいる。
- ・夜間は、入所者20名に対して1名程度の職員が介護にあたり、入所者の状況によって30分～2時間に1回程度見回っている。
- ・ロボットなどによって見回り対応ができるようになれば、たいへん便利。
- ・センサは固定式でなく、自由に動かして融通の利くものがあれば便利。
- ・特定の入居者について、位置がわかるものがあれば便利。 など

その他に、身体拘束という問題も、潜在的に存在すると考えられる。

これらの結果から、入居者がベッドから転倒・転落するのを防止するために、また介護者の労働・精神的負担を軽減するために、「ベッド上での転倒・転落の危険性のある動きを的確に検知できるセンサ」、「固定式でなく、自由に動かせるセンサ」、「特定の入居者の位置がわかるもの」がニーズとして挙げられた。

3.2 ベッド上における動作検知能

従来の離床センサにはベッド上や足下に設置する圧力検知型マットセンサや一般的な赤外線センサなどがあるが、寝返りを打っただけなど寝ている状態によって誤報知や非検出があったり、耐久性が悪かったり、報知タイミングが遅かったり、布団がかかっただけなどで誤報知があるといった問題点がある。そこで、ニーズの一つである「ベッド上での転倒・転落の危険性のある動きを検知できるセンサ」を開発するために、応答速度や小型化に有利な環境にやさしい非鉛系薄膜赤外線センサを用いて、ベッド上における人の動きから得られるセンサ出力を測定した。図2の模式図に示すようにセンサを設置した。図3-1～3-6に、単視野のフレネルレンズ(集光レンズ)、検知エリア(垂直:80cm/2m先 水平:100cm/2m先)、センサの位置(起き上がった時の高さ:首付近、ベッドとの距離:40cm)、の条件で得られたセンサ出力を示す。

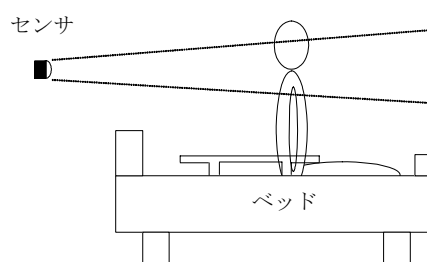


図2 センサの配置模式図

ベッド上で寝ている状態(図3-1)では、センサ出力電圧は±40mV以下であり、ほとんど検出されなかった。寝返りを打っている状態(図3-2)では、±80mV以下の出力電圧であり、寝返りの動きによるわずかな検出が見られた。起き上がっただけの状態(図3-3)では、大きなプラスの出力電圧とマイナスの出力電圧が見られた。この出力電圧は、起き上がった動きによる変化を検出した結果である。一方、起き上がって離床しようとしている状態(図3-4)では、大きなプラスとマイナスの出力電圧に続き、マイナスとプラスの出力電圧が見られた。これは、起き上がった動きとそれに続く離床しようとした動きを検出した結果である。起き上がって動いている状態(図3-5)では、大きなプラスとマイナスの出力電圧に続き、プラス、マイナス、プラスの

出力電圧が見られた。これは、起き上がった動きとそれに続くベッド上での動きを検出した結果である。立ち上がって動いている状態(図3-6)では、大きなプラスとマイナスの出力電圧に続き、プラス、マイナス、プラス、マイナスの出力電圧が見られた。これは、立ち上がった動きとそれに続くベッド上での動きを検出した結果である。

このように、ベッド上での人の動きに追従したセンサの応答出力を得ることができたのは、応答速度の優れた非鉛系薄膜赤外線センサを用いたことが一つの要因と考えられる。

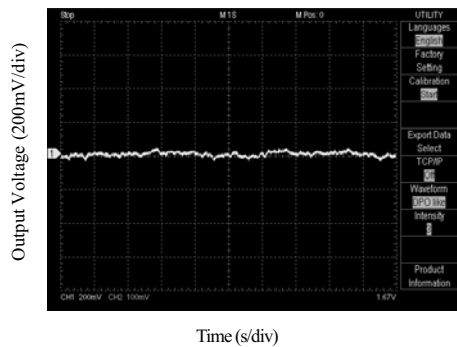


図3-1 寝ている状態

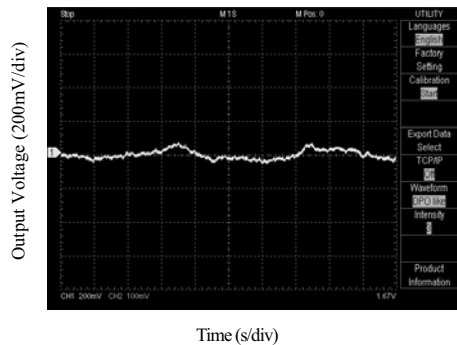


図3-2 寝返りを打っている状態

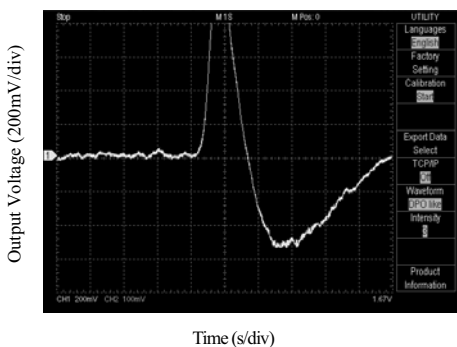


図3-3 起き上がっただけの状態

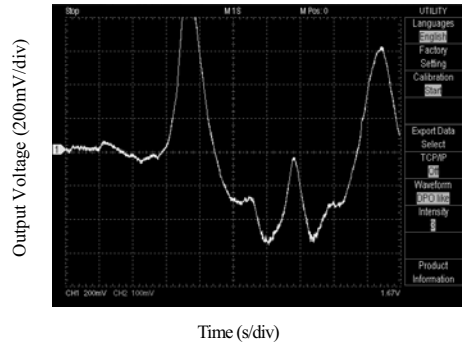


図3-4 起き上がって離床しようとしている状態

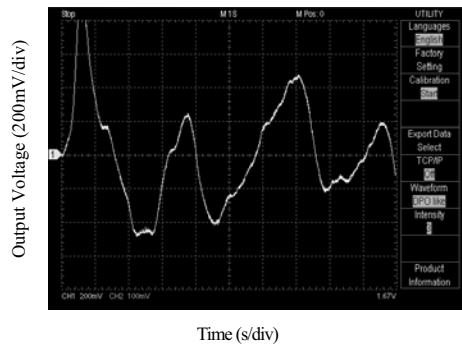


図3-5 起き上がって動いている状態

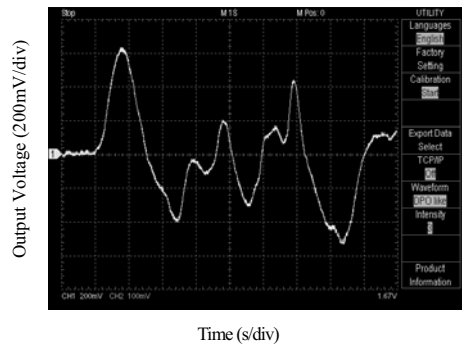


図3-6 立ち上がって動いている状態

図3 ベッド上での人の動きから得られたセンサ出力

このセンサ出力において、閾値を $\pm 200\text{mV}$ に設定して、閾値を超した時点から一定時間(6秒)以内の閾値を超した回数をカウントすると、寝ている状態では0回、寝返りを打っている状態では0回、起き上がっただけの状態では2回、起き上がって離床しようとしている状態では4回、起き上がって動いている状態では4回、立ち上がって動いている状態では5回となる。そのため、設定時間内の閾値超過回数が4回以上になった場合に報知するように設定することで、起き上がって離床しようとしている状態、起き上がって動いている状態、立ち上がって動いている状態、つま

り転倒・転落の危険性のある動きでは報知することができ、一方で、寝ている状態、寝返りを打っている状態、起き上がっただけの状態、つまり危険性のない動きでは報知しないということが可能になる。

これらのことから、プラスとマイナスの閾値を設定して、閾値を超した時点から設定時間以内における閾値を超した回数によって、転倒・転落の危険性のある動きとない動きを判別できる可能性があることがわかった。

3.3 試作センサシステム

「ベッド上での転倒・転落の危険性のある動きを検知できるセンサ」とともに、ニーズのあった「固定式でなく、自由に動かせるセンサ」を開発するために、小型化、省電力化、低コスト化に有利な新規 ZigBee 無線通信技術と非鉛系薄膜赤外線センサを融合したセンサシステムの試作・改良を行った。その結果、得られた試作 ZigBee 融合センサを図4に、ノートパソコン上の試作プログラムソフトを図5に示す。試作した ZigBee 融合センサ(図4)は、人の動きを検出でき、プラスとマイナスの閾値を設定することができる。試作プログラムソフトでは閾値を超した時点からの時間の設定、設定時間内での閾値超過回数の設定ができる(図5-1)。

このことにより、ZigBee 融合センサにおいて、閾値を超したセンサ出力があると ZigBee 無線通信によってプログラムソフトに送信通知することができる。プログラムソフトでは、センサからの送信通知によって、設定時間内における閾値超過回数をカウントし(図5-2)、設定時間内で設定閾値超過回数を超した場合には警報報知することができる(図5-3)。

この試作センサシステムによって、「ベッド上での転倒・転落の危険性のある動きを検知できるセンサ」と同時に「固定式でなく、自由に動かせるセンサ」の開発の可能性が示された。また今まで問題となっていた誤報知も改善できる可能性がある。さらにケアセンターなどの離れた場所への無線通信ができる利点もある。



図4 試作 ZigBee 融合センサ

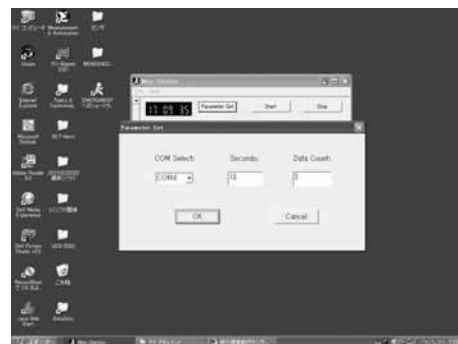


図5-1 プログラムソフトの設定



図5-2 プログラムソフトの計測



図5-3 プログラムソフトの警報報知

図5 試作プログラムソフト

4. まとめ

- 1) 介護福祉施設の実態調査から、「ベッド上での

転倒・転落の危険性のある動きを検知できるセンサ」、「固定式でなく、自由に動かせるセンサ」、「特定の入居者の位置がわかるもの」などがニーズとして挙げられた。

- 2) ベッド上における人の動きを、応答速度の優れた非鉛系薄膜赤外線センサを用いて測定した結果、人の動きに追従した応答出力が得られた。
- 3) 得られたセンサ出力を判別処理することによって、転倒・転落の危険性のある動きとない動きを判別できる可能性があることがわかった。
- 4) 新規 ZigBee 無線通信と薄膜赤外線センサを融合することにより、ベッド上での転倒・転落の危険性のある動きとない動きを判別できる非接触センサシステムを試作した。このセンサシステムは、ケアセンターなどの離れた場所への無線通信ができるとともに、今まで問題となっていた誤報知の改善にもつながると考えられる。
- 5) 今後、試作センサシステムの試用とともに、介護福祉施設への実利用を図っていく予定である。また、ZigBee 無線通信を融合したセンサシステムは、ニーズの一つであった「特定の入居者の位置がわかるもの」の開発への応用展開も図っていけると考えられる。

参考文献

- 1) H. Nakayama, O. Sugiyama, T. Mano, Y. Shibuya, Y. Hoshi and H. Suzuki: Jpn. J. Appl. Phys. 44, 6947 (2005)
- 2) 中山, 真野, 渋谷, 福島, 鈴木: 静岡県富士工業技術センター研究報告, 17, 31-35 (2008)
- 3) 中山, 杉山, 真野, 渋谷, 鈴木: 静岡県富士工業技術センター研究報告, 16, 44-48 (2007)
- 4) 阪田史郎: ユビキタス技術センサネットワーク, (株)オーム社 (2006)