

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 2 日現在

機関番号：55501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500670

研究課題名(和文)高齢者の安否確認のための離床検知・通報装置の開発

研究課題名(英文)Development of a getting up detection and report system to confirm the safety of elderly people

研究代表者

春山 和男 (HARUYAMA, Kazuo)

宇部工業高等専門学校・電気工学科・准教授

研究者番号：60270336

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：高齢者の安否確認を目的として、超音波センサを使用した離床検知通報装置の開発を行った。離床検知装置は、防水型超音波センサを用いてほぼ目的どおりのものを製作することができた。今後、実用化に向けてのフィールド試験等を行っていく予定である。さらに車椅子の安全確認装置や浴場での安否確認装置への応用を考え、これらについても開発を進めることができた。

上記の装置を補完する目的で、家電製品モニタリング装置の開発も行った。家電製品の電源ケーブルに流れる電流を検知して作動を検知するもので、MR(Magnetic Resistance)センサを用いてほぼ目的どおりのものを製作することができた。

研究成果の概要(英文)：A getting up from bed detection and report system that includes an ultrasonic sensor to confirm the safety of elderly people was developed. This system used a waterproofing-type ultrasonic sensor that was manufactured according to the specified requirements. Henceforth, the system will be put into practical use in the field trials. The waterproofing-type ultrasonic sensor can even be utilized in conditions harsher than that of the past prospects. In particular, that is the applicability to the safety confirmation equipment of a wheelchair and the safety confirmation equipment at a bath. In addition, further development of these systems was possible.

Monitoring equipment of home electronics has been developed for the purpose of complementing the abovementioned equipment. Using the proposed system, which is equipped with a magnetic resistance sensor, the safety of elders from the operation of electrical home appliances can be assured.

研究分野：電気工学

キーワード：離床検知 超音波レーダ 電灯線通信

1. 研究開始当初の背景

我が国では、高齢者の増加に伴い認知症患者や独居高齢者数が年々増加している。このため高齢者用福祉施設等においては入居者の安全管理が大きな問題となっている。一方、高齢化と同時に少子化も進行しつつあり、人手不足のため介護する側の負担は次第に大きくなっている。これに対応するため、省力化を図りつつ入居者の安否確認を行うための様々な装置が提案されている。しかしほとんどの装置は特別なセンサや通報装置を必要としており、装置の操作に専門知識を要するほか装置の導入に当たり特別な工事が必要となっている。

身体に麻痺などがある、足腰が弱っている等の理由により一人で安全に歩行ができない高齢者や患者には、転倒事故を防ぐためにベッドから離床する際には看護師や介護者を呼ぶように指導が行われているが、認知障害等のため単独で離床・転倒し、骨折などの重大な結果となることがあり、問題になっている。この問題を解決するためにはベッドからの離床を感知・通報することや日常生活が問題なく送られているかを知ることが非常に重要な事象である。しかしここで TV カメラ等の映像機器を使用すると、高齢者や患者に対して監視されているという不快感を与え、またプライバシー侵害になる恐れもあるため使用できない。この点についても既に様々な研究がなされているが、いずれもこのプライバシー問題に配慮するため、映像機器を使わずに様々なアプローチで検知する研究がなされている。

従来、大規模な高齢者用福祉施設や病院において、通報装置としてナースコールが普及している。これを利用した離床検知装置としてマット・センサと組み合わせた離床検知通報装置を製作してきた。この装置は離床に伴う圧力変化を検知するマット・センサを認知症患者等のベッド上やベッド脇に設置し、離床を検知するとナースコールを通して看護師や介護者に通報する装置である。構造も簡単で安価であり、看護師や介護者でも容易に取り扱えるが、この装置はナースコールが設置されていることが利用の前提であり、設置されていない場所での利用は想定外となっている。

一方、最近では高齢者用福祉施設については設備の整った大規模なものから 10-50 名を収容するグループ・ホーム（ハウス）などと呼ばれる中小規模の施設が増加している。これらの中小施設ではほとんどの場合高価なナースコールシステムは整備されていないのが現状であり、このためナースコールの使用を前提とした前述のマット・センサ型離床検知通報装置を導入できないという問題点があった。加えて、これらの中小規模の施設や一般家庭において利用可能な通報装置の開発が望まれているという問題も明らかとなった。

さらに在宅の高齢者も増加しており、この場合にも同様の理由でこれらの装置は導入できなかった。そもそもマット・センサの構造的課題点を解決するためには別のセンサを使用する必要があり、その点からもマット・センサ以外の方法で離床検知を行うことが必要となった。

2. 研究の目的

本研究では、ナースコールの整備されていない中小高齢者用福祉施設や一般家庭において介護者の負担の軽減を図るために各種センサを用いた安否確認を行うことを最終目的とした。

従来使用していたマット・センサは、床面に敷いて使うため、特にベッド脇の床面に敷いて利用する場合において、わずかながら床面との間に段差を生じてしまい、足腰の弱い利用者の場合躓いたり滑ったりする原因になるという根本的な問題があることが判明した。このため、マット・センサを利用せずに同様の装置を製作できないかということに注目したのが超音波であり、その安全性であった。低出力の超音波は胎児の検診に利用されるほど人体に対する安全性が高い。この超音波を利用して、実用に耐える離床検知装置が開発できないかどうか研究を行った。

通報装置は、一般家庭でも利用されている電灯線を通信用に用いれば、新規に信号線を設置することなく通報装置を導入できると考えた。しかし、残念ながら既存の電灯線通信装置はビルの空調管理など限られた用途専用のものか、最近開発されたインターネットの利用を前提とした家庭内 LAN 用のもの等しかなく、本目的に利用できそうなものがなかった。そこで、新たに本用途に適したものを開発することとした。本用途での電灯線通信装置は、離床検知装置の ON/OFF 信号を確実に検知し伝達することが主目的であるため高速通信である必要はなく、それよりも電灯線通信に影響を与える家電機器のノイズにロバストであることや、逆にこれらの家電製品の動作に影響を与えないこと、現行法規（電波法）に適合していることが必要で



図1 マット・センサ

ある。さらに初期導入費や維持費を少なくするため、できるだけ安価にそしてメンテナンスフリーな装置とする必要があるということで、これらの問題点を解決できるような装置の開発を行うこととした。

さらに、上記の装置類以外にも、安否確認関係では焦電センサを用いた人の室内での移動検知や、人と車椅子とを見分けられるマット・センサ等について研究した。また家電製品の動作状態をモニタリングする装置の研究も行うこととした。各種家電製品にセンサを取り付け、動作したかどうかを確認するもので、あらかじめ家電製品の使用パターンを把握しておけば、それらが使用されたかどうかを検知することで安否確認を行えると考えた。

3. 研究の方法

(1)まず超音波レーダ型離床検知装置および電灯線通報装置について研究を行った。離床検知装置は超音波レーダを用いた非接触型離床検知装置であり、従来のマット・センサなどと異なり床やベッド上に敷くものではなく、超音波を送信しその範囲内に入ってきた物体を検知するシステムである。まず、開放型超音波送受信素子を使用してほぼ完成の域に達していた超音波レーダ型離床検知通報装置を目標として、防水型超音波送受信素子を用いて同様の性能の装置の製作を目指した。超音波送受信素子そのものの特性が大幅に異なるため、送信回路や受信回路等の回路構成の根本から見直す必要があったため、まず各回路について試作を行いつつ回路の再設計を行った。

防水型超音波センサが利用できれば、利便性の向上とともに浴室や屋外へと利用可能範囲が広がれることから、車椅子の安全確認装置や浴場での安否確認装置への応用を考え、検討を行った。

(2)車椅子の安全確認装置としては、車椅子の前方に本装置を取り付け、進行方向の路面



図2 開放型超音波センサ(左)と防水型超音波センサ(右)

に向かって照射した超音波信号の反射強度から路面状況や危険な段差の有無を見分けるもので、装置の取り付け位置や取り付け方法、反射信号の路面別の分析を行い、路面の安全性についての状況が見分けられるかどうか検討した。

(3)浴場での安否確認装置としては、浴室内の洗い場や浴槽利用時に転倒した場合等を想定し、本装置での安否確認が可能かどうか検討した。

(4)電灯線通信装置については、まず電波法に準拠させるための信号構成について検討した。同時に本目的に使用するための送信データについて検討することとした。その後、試作を行って実際に通信を行いつつ、問題点を解決していくこととした。

(5)焦電センサを用いた移動検知は、焦電センサとフレネルレンズを組み合わせたものを用いて、室内での人の移動を検知することを試みた。

(6)マット・センサについては、従来のものはマットが踏まれたかどうかだけを判別していたが、内部の構造を工夫することで、人と車椅子とを見分けることを試みた。

(7)家電製品モニタリング装置については、家電製品の電源ケーブルにセンサを取り付け、使用時に流れる電流を検知して、その家



図3 超音波離床検知装置

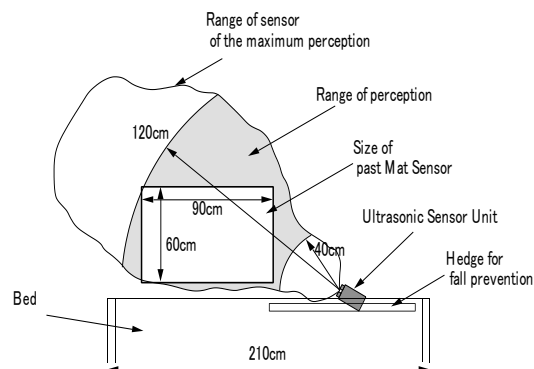


図4 マット・センサと超音波離床検知装置との検知範囲の比較

電製品が使用されたことを検知するものであり、まずは使用するセンサについて検討を行った。具体的にはホール素子と磁気抵抗素子とを用いて検知装置を製作して検知実験を行い、性能比較を行った。次に装置の構成について検討し、試作を行いつつ装置の製作を行った。装置は家電製品そのものに組み込むのではなく、電源ケーブルにセンサを取りつける形とすることで、現在使用中の家電製品にも取り付け可能なものとした。

4. 研究成果

(1) 超音波レーダ型離床検知通報装置は、入手できた防水型素子の出力が小さく、特性も大きく異なったため基本的な回路構成からの見直しとなり、かなりの時間を要することになってしまった。受信回路構成の変更や複数素子の同時利用といった手法を用い、さらに送信センサから受信センサへと直接信号が伝わることを防止する手法の確立を行い、最終的には、現在開放型素子を用いて実用化が図られているベッドからの離床・起床検知装置と性能面でほぼ同等な装置を開発することができた。現在、最終の試作を行っており、その後、フィールド試験等を行って問題点を洗い出し、改良して実用化を図っていく。

この装置を用いて他の用途に応用を図った件について、以下に述べる。

(2) 車椅子の安全確認装置は、車椅子の前方に本装置を取り付けたものを試作し、装置の取り付け位置や取り付け方法、反射信号の路面別の分析を行った。その結果、一般の路面（アスファルト、土、芝生等）についてはほぼ正確に路面状況を見分けることができた。今後は道路と歩道の境目の段差の検知のような、より実用的な場面について検討を進め、実用化を図っていく。

(3) 浴場での安否確認については、装置そのものについては目処が立ったので、設置する条件やどのような状況を想定して使用すべきかの検討を進めている。これも条件を詰めてフィールド試験等を行っていく所存である。

このように低出力の超音波を利用した本装置は人体への影響が少ないため様々な状況で使用することが考えられる。病院や高齢種福祉施設等での人物検知に利用するには適したものであるため、今後は居室や建物への入退室確認や、トイレ等での安否確認装置への応用を考えていく所存である。

(4) 電灯線通信装置は、小規模な施設や一般家庭でのナースコール的な使用も視野に入れた開発を進めた。まず送信機と受信機が1対1のシステムを製作した。完成した装置は一応動作したが、調整・設定に難があり、試作以上のレベルには残念ながら達しなかった。さらに最終的な目標である多数対1での

使用や本システム複数の同時使用にも耐えるようにと考えた場合には、信号の衝突処理等の問題もあるため実用化にはまだしばらくかかりそうである。

(5) 焦電センサを用いた移動検知は、焦電センサとフレネルレンズを組み合わせた検知装置を2台組み合わせることで、一方向の室内での人の移動を検知することができた。

(6) マット・センサについては、複数の圧力センサの出力から通過する物体の重心点を求め、その推移の違いにより人物と車椅子を判別して検知する手法を開発した。

(7) 家電製品のモニタリングシステムは、磁気抵抗素子を使用することで一般的な家電製品の動作を検知できる装置を製作した。IH調理器、電子レンジ、炊飯ジャー、デスクトップPC、電気ヒーターなど全11種類18負荷（消費電力23~1,400W）に対して各々40回測定し検知率を求めた結果、全ての家電機器で検知率100%を得ており、家電機器の稼働検知に有効であることが確認できた。本システムと他のシステムと組み合わせることで、より有用なシステムを構築していく予定である。



図5 防水型超音波検知装置試作機



図6 車いすに搭載した超音波検知装置

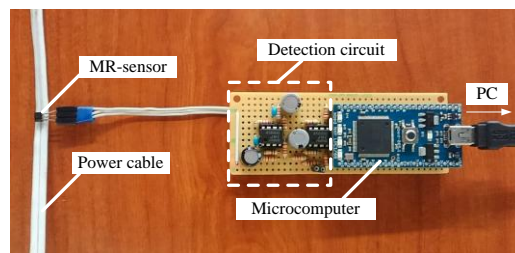


図7 家電製品動作確認モジュール

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2件)

- ① Shota Nakashima, Shenglin Mu, Kanya Tanaka, Yuhki Kitazono, Kazuo Haruyama, Human Shape Detection based on One-Dimensional Brightness Distribution Sensor, International Information Institute, INFORMATION, Vol. 17, No. 2, pp. 567-575, February 2014, 査読有
- ② 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, August 2013, 査読有

[学会発表] (計13件)

- ① 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, S3-5, pp34-35, Sep. 28 2014 (西日本工業大学)
- ② 富本 悠公, 春山 和男, 中島 翔太, 田中 幹也, 穆 盛林, 家電モニタリングによる高齢者安否確認システム, LIFE2014(生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2014) OS2-7, Sep. 24 2014, (ルストリゾート)
- ③ 富本 悠公, 春山 和男, 中島 翔太, 田中 幹也, 磁気抵抗素子を用いた家電機器検知システムによる高齢者生活モニタリング, SICE 中国支部 計測制御シンポジウム 2014 605, Sep. 19 2014, (福山大学)
- ④ Hiromasa Tomimoto, Yoshikazu Hitaka, Shota Nakashima, Kazuo Haruyama, Home Appliances Monitoring System using a Hall Element, The 1st IEEE/IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing 2013 OS1-06, pp27-30, Sep. 26 2013, (九州工業大学)
- ⑤ MUHAMMAD ARIFF BIN ROSLY/田中 幹也/中島 翔太, 春山 和男, 行動検知のための非干渉型超音波レーダシステム, 第22回計測自動制御学会中国支部学術講演会 2013, 2-3, 213, Nov. 30 2013, (山口大学)
- ⑥ 富本 悠公, 日高 良和, 中島 翔太, 春山 和男, 電流検知による家電モニタリングシステムの開発, 第22回計測自動制御学会中国支部学術講演会 2013, 2-3, 214, Nov. 30 2013, (山口大学)
- ⑦ 金山 拓也, 田中 幹也, 中島 翔太, 春山 和男, 超音波センサを用いた高齢者移動支援, 第22回計測自動制御学会中

国支部学術講演会 2013, 2-3, 412, Nov. 30 2013, (山口大学)

- ⑧ 前田 輪秀, 春山 和男, 中島 翔太, 田中 幹也, 非接触型安否確認システム, 第22回計測自動制御学会中国支部学術講演会 2013, 2-3, 414, Nov. 30 2013, (山口大学)
- ⑨ 富本 悠公, 日高 良和, 中島 翔太, 春山 和男, ホール素子を用いた家電モニタリングシステム, 産業応用工学会全国大会 2013, S5-01, pp34-35, Sep. 27 2013, (九州工業大学)
- ⑩ 富本 悠公, 三浦 圭介, 春山 和男, 家電モニタリングシステムの開発, 平成24年度電気学会中国支部第5回高専研究発表会, Mar. 8 2013 (中国電力(株)本社)
- ⑪ Daisuke Iwasaki, Kazuo Haruyama, Shenglin Mu, Huimin Lu, Kanya Tanaka, Yuhki Kitazono, Yuji Wakasa, Seiichi Serikawa, Shota Nakashima, Ground Material Distinction Method Using Reflection Intensities Obtained by Ultrasonic Sensor (I), 2012 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII), Dec. 16 2012 (Kyushu University)
- ⑫ Toshiaki Ebihara, Fumiaki Ehara, Kazuo Haruyama, Shenglin Mu, Yuhki Kitazono, Kanya Tanaka, Lifeng Zhang, Seiichi Serikawa, Shota Nakashima, Proposal of Person Position Detecting Method Using Pyroelectric Sensor (I), 2012 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII), Dec. 16 2012 (Kyushu University)
- ⑬ 春山 和男, 富本 悠公, 中島 翔太, 田中 幹也, 家電製品モニタリングシステムの開発, 生活生命支援医療福祉工学系学会連合大会 2012, Nov. 3 2012 (Nagoya University)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

春山 和男 (HARUYAMA, Kazuo)

宇部工業高等専門学校・電気工学科・准教授

研究者番号：60270336

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし