

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 17 日現在

機関番号：43601
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22510185
 研究課題名（和文） フェイルセーフ設計を用いた高齢者の日常生活モニタリングシステム
 研究課題名（英文） Confirming system of daily life of elderly people
 by failsafe design concept
 研究代表者
 加藤麻樹（KATO MAKI）
 長野県短期大学・生活科学科・准教授
 研究者番号：00312166

研究成果の概要（和文）：高齢者世帯の生活を見守る住居構造として、建具や家具に取り付けたセンサーが動きを検知して、日常生活が営まれていることをデータとして測定、記録することで、正常な日常生活を定量的に評価できた。正常な値を検出できない状態を突発的な不在や事故として推定できるため、フェイルセーフ設計が可能となることが実験により示された。これをインターネット経由でモニターすることで遠隔から高齢者を見守ることができる。

研究成果の概要（英文）：Confirming method of daily life activity of elderly people in this study has acceleration sensors on some fixtures and furniture. It can evaluate the resident's normal daily life by recording numerical motion data. We can presume unexpected events at the moment of fail of detection of the normal numerical data. The experiment has shown that it is possible to build a confirming system based on failsafe concept. Remote Control of PC for the acceleration measurement through the Internet makes it possible for their separated family to confirm their elderly parents.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学，社会システム工学・安全システム

キーワード：高齢者，モニタリング，フェイルセーフ

1. 研究開始当初の背景

加齢による身体機能，認知機能，生理機能の低下傾向には個人差があるが，程度によっては日常生活行動（Activity of Daily Life）が制限される場合もある。介護を要する高齢者は増加傾向にあるが，介護負担の改善が必要であるため，研究代表者は過去にホームヘルパーなどの在宅介護等の負担軽減について提案している（2002-2004年度若手研究（B））。また，家族とは同居せず，配偶者のみ

と二人暮らしか独居の状態になるケースも増えている（高齢社会白書 2009）。

このような高齢者のみの住居において検討すべき課題として，1995年に施行された長寿社会対応型住宅設計指針などでは，安全性を確保するための方法として，身体機能の低下に備えるための住居内のバリアフリー化，手すりの設置等に加え，生理機能の低下による疾患等の発生があった場合の通報システムの導入が示されている。一般的には電話を用いた家族や医療機関等との連絡が主であ

るといえるが、突然の発作等の緊急事態にあつては電話を利用して連絡を取る手法は極めて困難であるため、居住者本人の状態に依存することなく通報できる手法が望ましい。

自動的に異常を検出して通報する手法は過去の知見においていくつか示されている(杉原・他 2009 等)。最も多いのはカメラの設置による監視システムの利用である。しかし高齢者自身のプライバシーをすべて監視することから、人権にかかる課題が多い。またカメラを使わない手法として赤外線センサーを用いる手法も提案されている(品川・他 2006 等)。さらに加速度センサーを高齢者のベルト等にとりつけ、振動が一定時間検出されない場合を異常状態と見なして無線によって通報する手法がある(竹之下・他 2005)。

研究代表者はこれまで、主に高齢者世帯へのコンピュータ導入による生活支援を目的とした研究を行っている(2005 年度～2006 年度基盤研究(C) 研究課題番号: 17510140)。また、住居内の建具に加速度センサーを取り付け、その利用特性を定量化するための研究を行っている(2008 年トステム建材産業振興財団平成 20 年度(第 17 回)助成)。本研究では、センシング機能とネットワーク機能により、コンピュータを用いた、安全な日常生活を支えるネットワーク対応型住宅を提案するに至っている。

2. 研究の目的

高齢者宅に常時設置されるコンピュータの機能のうち、日常的に用いられるのは一部に過ぎず、コンピュータリテラシーの範囲にとどまる場合が多い。本研究では、日常的な安全性の維持のためのコンピュータネットワークの利用が可能であるかを実験により明らかにする。特にシステム導入の効果の検証において、従来のシステムの設置と比較して、フェイルセーフ設計の概念である、正常状態の検出機能を有するシステムの設置が、継続的なモニタリングにおいて有効であることを示す。

まず、正常状態を検出する機能の一つとして、コンピュータの能動的な利用方法に着目し、ブログやデジタルカメラ等の趣味や、健康に関連したコミュニケーションの継続を促し、日常的にコンピュータが稼働状態となるようなインセンティブの働く機能の利用を促す。

次に自動的なコンピュータのセンシング機能として、住居内に設置した加速度センサーにより振動を継続的に測定、記録して日常生活上生じる動作の変化を定量化するシステムを構築する。この記録データを、ネットワークを介してモニターし、定量的な分析を行う客観的な健康評価機能を具備するシス

テムを提案することで、主観的な評価及び客観的な評価の両面から同時進行的に実施することができるモニタリングの有効性を検証することを本研究の目的としている。

効果を検証する際の評価項目として、前者の主観的な評価については質問紙および直接質問による調査を行うことで定性的評価とし、また後者の客観的な評価については主に周波数解析を用いた日常生活上の正常なリズムの抽出による定量的評価とする。またモニターする側の家族に対する意識を調査によって明示し、データ提供の指針とする。

3. 研究の方法

住宅内の建具のうち使用頻度が高く正常な状態を表すのに適当な箇所を特定するため、加速度センサー(共和電業 AS-5GA)を住居内の可動部分に複数設置し、それぞれの使用時の振動波形を連続して継続するシステムを構築する。加速度センサーのひずみ増幅器(共和電業/EDX100A)の出力は併設するコンピュータで記録し、前年度購入のサーバに当該モニター結果をオンラインで取得、記録する。順次得た加速度変化について周波数解析処理を行い、時系列データとして得られる正常状態の定量化を図る。複数箇所に設置した加速度センサーのうち、使用頻度および振動波形により最も正常状態として変化が少なく、基準となりえるものを抽出する。この方法を、個人特性を考慮した正常状態を抽出するための手法として提案する。

またモニタリングに使用するコンピュータを、インターネットを経由して遠隔より制御することで、同じ世帯でなくても居住者の生活リズムを遠隔から把握できるようにする。このとき提供される側である家族の意識について、質問紙調査を行い、モニターする側からの要件を抽出することで、効果的な情報提供の指針とする。

4. 研究成果

(1) 遠隔からの制御

① 高齢者宅でのコンピュータの使用

高齢者世帯の多くは大規模な出資が困難であることと、コンピュータ利用に対して抵抗があることから、家で常時コンピュータが利用できる環境について要件を示す必要がある。2010 年度の研究に於いて、高齢者が興味を持つ内容をブログやメーリングリストによって共有することがアクセシビリティの向上につながるということがわかった。コンピュータ利用自体を正常状態と見なせることで、その途絶を、異常発生をして推定、対処することが可能となることが示された。

② リモート接続

安価な機器の導入を検討した結果、以下のような機器構成により制御が可能となった。このコンピュータにより、ひずみ増幅器(共和電業/EDX100A)を制御することができるため、屋内の5か所に設置した加速度センサーの挙動を遠隔よりモニターできる。

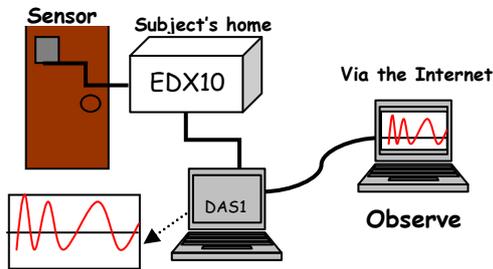
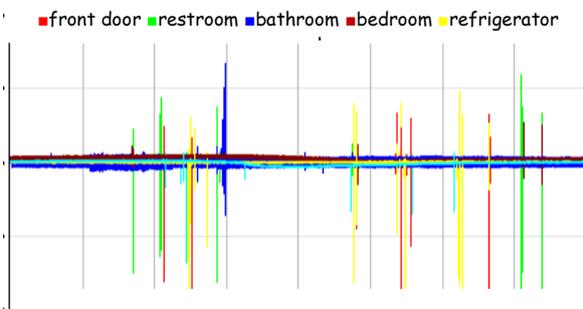


図1 コンピュータの遠隔制御

検討課題の一つとしてセキュリティがあげられる。第三者がこれを使用すると、在宅状況が把握できるため、VPN等による特定対象だけが接続するようにする必要がある。

(2) 1日の生活リズム

起床から就寝までの1日の生活リズムは、対象とした高齢者の場合、ほぼ一定に保たれていることがわかった。一定期間測定を行うことで、加速度変化による1日の生活リズムが特定できることから、その逸脱をもって何かしらの出来事(以降イベント)が発生していると推定することができる。図2および図3に、被験者の日内変動を表わすグラフと、インタビューにより明らかになった日常的な生活リズムを示す。



One of typical activities shown by acceleration of fixtures

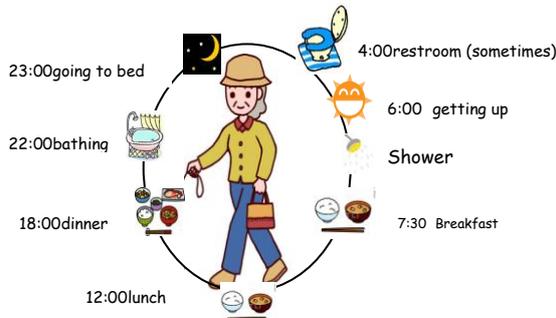


図2 高齢者の日内リズム1



One of typical activities shown by acceleration of

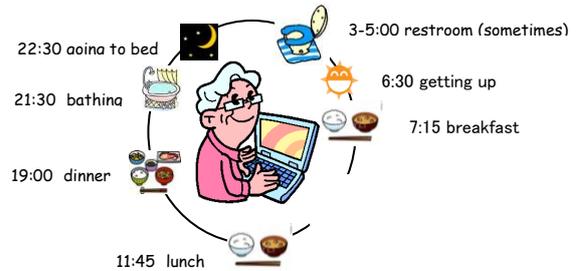


図3 高齢者の日内リズム2

イベントの種類にかかわらず、逸脱状態が示されることで、電話連絡や通報等のトリガーとして機能させることが可能となった。

しかし、扉の開け閉めや冷蔵庫の使用などについては一定リズムを形成しない場合も生じることがある点が論点となった。特に安全や健康に関わりをもたない情報としての異常値検出は、本来検出すべき情報を妨げることが懸念される。しかしながら本研究におけるフェイルセーフの概念は、正常値の定量的評価を前提とした、例外的状況の抽出にあるため、通報システムとしてのコンセプトは、トラブルの発生を検出する装置と本来的な発想が異なっている。本研究で提案するシステムが検出するリズムからの逸脱は、必ずしも当人にトラブルが発生することを意味するものでない。モニタリング精度よりも導入容易性を優先させた結果として、対象者の拘束性が低くなるため、高齢者にとって受け入れやすい構造をもつに至ったといえる。

(3) 1か月の生活リズム

上記の日内変動を示すリズムにより、1日の中で生じるイベントの抽出が可能となるのに対し、長期間のモニタリングは、毎日の行動量が一定の範囲にあるかを観察することで、毎日の変動を抽出することを可能にする。センサーの取り付け箇所が生じた挙動の頻度をまとめてグラフ化し、自宅ですべての部屋間移動や冷蔵庫使用があったかを量的に示す。図4および図5に1カ月連続して建具の使用状況をモニターした結果得られた利用頻度の変化を示す。

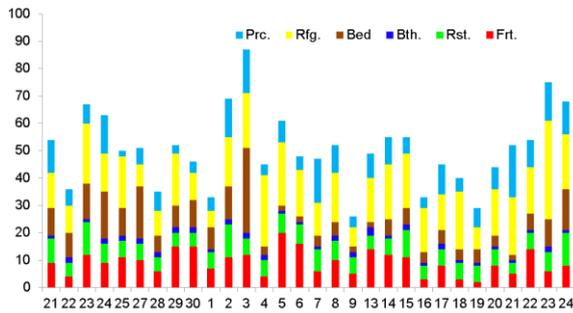


図4 1か月の家具使用状況(1)

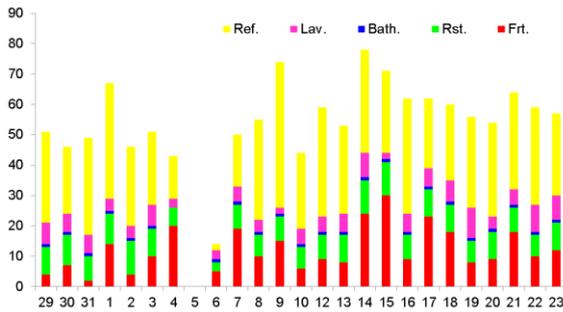


図5 1か月の家具使用状況(2)

いずれの被験者の場合も個人内変動であることから、両者を直接比較することはできないが、日内における各設置場所で生じる挙動回数にはそれほど分散は観察されない。ただ長期間の変動として観察した場合、大きな変動はすぐに抽出できる。たとえば図5の前半において、浴室を使用しない日や、一切の反応がない日がある。これは当日、対象者が旅行に出かけていたことを示すデータであったことが、後から追って確認することができた。しかしその事実についてモニターする側に知らないことから、突発的なイベント発生 の推定材料となったといえる。この時点での電話等による安否確認が、高齢者の生活と遠隔にいる家族との接点となりうる点で、安全と健康を見守ることを可能にする構造として、有効性が示されたと考える。

(4) 屋内移動時の直接測定

議論の過程に於いて直接的な加速度の測定の有効性も指摘された。そこで屋内の歩行特性を、同システムで検出し、主な対象となる高齢者と若年者とを比較して、直接的な評価を実施した。その結果、高齢者の屋内歩行では、若年者よりも頭部が前に傾斜することがわかった。これは転倒防止を意識した結果、足元をよく見ることで生じたと考えられることができる。この傾向は階段利用で顕著に生じている。本研究の前提となる家庭内での不慮の事故の多くが転倒、転落であることから、直接測定機能の組み込みも視野に入れた検討が期待される。

(5) モニター側の要件

高齢者の多くが家族と別居する傾向にあることが、中山間地域が多く存在する長野県長野市周辺に居住する若年者を対象とした調査でも明らかになった。お互いの連絡頻度も1カ月に約1回程度であり、安全モニタリングの要件としては少ない。それでも主な関心事は健康と安全に係る項目であり、情報提供のニーズが高いことが示された。また、モニタリング環境として携帯端末やノートPC等がほぼ整っていることが示された。モニター側では本研究の提案を実施する物的要件をほぼ満たしているといえる。

以上の結果から、フェイルセーフ概念に基づくモニター機能の基礎的要件をまとめることができた。今後の実践的な機器導入のための資料として有効に活用することが期待される。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計3件)

- ① M. KATO, Y. SHIMODAIRA, and T. SATO, Development of residential monitoring system by measuring fixtures acceleration, Proceedings of the IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction 2011, July 2011, Rome, 492-494
- ② M. KATO, Y. SHIMODAIRA, and T. SATO, Elderly people's health confirming by measurement of fixtures acceleration, Proceedings of the IADIS International Conference Interfaces and Human Computer Interaction 2012, July 2012, 335-338
- ③ 加藤麻樹, 下平佳江, 佐藤健, 頭頂部の振動波形分析による歩行能力評価指標の構築に関する研究, 日本人間工学会第54回大会, 2013, 402-403

6. 研究組織

(1) 研究代表者

加藤 麻樹 (KATO MAKI)
長野県短期大学・生活科学科・准教授
研究者番号: 00312166

(2) 研究分担者

下平 佳江 (SHIMODAIRA YOSHIE)
長野県短期大学・生活科学科・助手
研究者番号: 80261098

(3) 連携研究者

前田 亜紀子 (MAEDA AKIKO)
群馬大学・教育学部・准教授
研究者番号: 00286692
佐藤 健 (SATO TAKESHI)
実践女子大学・生活科学部・准教授
研究者番号: 40277794