

家庭用インテリジェントサーバーを用いた 遠隔体調管理システムの開発 (第6報)

開発システムの概要

大賀 誠, 古本浩章, 追坂則弘^{*1}, 守安浩志^{*2}, 小池 明

Development of Remoteness Health Condition Management System Using the Intelligent Home Server VI

Summary of the remoteness health condition management system

OHGA Makoto, FURUMOTO Hiroaki, OISAKA Norihiro^{*1}, MORIYASU Kouji^{*2} and KOIKE Akira

In order to confirm the life situation of elderly people in their home, this paper shows a remote monitoring system based on usages of lavatories and daily commodities. Measurable information in this system is electrocardiogram (ECG), pulse wave and usage of home electric appliances and slipper. Both ECG and pulse wave are measured by seating on the toilet seat at the same time. This information is accumulated to the small server through the network. The network system for these information collecting is constructed by building the experimental space imitated a lavatory and a living room of ordinary houses. In result, it becomes that information on the server can be checked using personal computer and mobile phone through the Internet.

高齢者世帯の生活状況を確認するため、トイレと日用品の使用状況に基づく高齢者見守りシステムの開発を行った。このシステムで計測可能な情報は、トイレ便座に着座することで得られる心電図と脈波波形、そして家電品及びスリッパの使用状況で、これらのデータはネットワークを介して小型サーバーに蓄積される。この情報収集のためのネットワークシステムを一般的な家庭のトイレや居間を模して作製した実験スペースにおいて構築した。その結果サーバー上の情報はコンピュータや携帯電話を用いて、インターネットを介して閲覧可能となった。

キーワード：高齢者見守り，トイレ，家電品動作，スリッパ挙動，携帯電話

1. 緒 言

平成12年度国勢調査によると、広島県における65歳以上の高齢者のみで構成される世帯は約18万7千世帯で、全世帯の約17%を占めている¹⁾。広島県がまとめた「ひろしま高齢者プラン」²⁾によると、平成19年度には全県民に占める高齢者の割合が21.5%に達すると推定されており、高齢者のみで生活する世帯が今後とも増加していくことが予想される。このような高齢者世帯には、ヘルパーや訪問介護の助けを必要とせず比較的健康に生活を送っている世帯も多いが、突然の病気や不慮の事故などから外部との連絡が困難となって、手遅れとなるケースもあるため、離れて生活する親族からは高齢者の日常生活状況を知りたいという要望が多い。

現状の取り組みとしては、在宅での無拘束生体計測に関する研究³⁾や、高齢者ケアのためのネットワーク作りの試みも数多く報告されているが⁴⁾、現段階ではまだ実験的な試みが多く、システムが実用化され運用されてい

る例は少ない。

このような背景から我々は、日常生活における無拘束生体計測として、トイレ便座上に電極及びセンサを配置した生体情報計測、家電品の動作状況、部屋履きスリッパの使用状況を監視する、高齢者を対象とした見守りシステムの開発を行ってきた⁵⁻¹⁰⁾。計測したデータは、家庭内に設置した小型サーバーに転送され、インターネットを介して外部から参照することが可能で、簡単なルールに基づく安否確認機能を有する。

本報告では研究開発のまとめとして、動作検証用に作製した実験スペースでの試作システムを紹介し、生体情報閲覧システムの携帯電話対応について報告する。

2. トイレからの生体情報計測

高齢者にとって自ら複雑な装置を使い生体情報の計測を行うことは、容易ではない。特に体調に関する情報は日々継続して計測する必要があるため負担となる。本研究では日常生活の中で無拘束に生体情報を計測する手法として、心電図計測用の電極と、脈波計測用のセンサをトイレ便座に組み込むことにより、心電図と脈波が同時に計測可能なシステムを開発した。その便座の外観を

2005.6.30 受理 情報技術部

*1 (有) 追坂電子機器

*2 (有) エムエンジニアリング

1に示す。

心電図用の電極は、2つの生体電極と1つのグランド電極で、両足の体重が最もかかる位置と臀部に配置し、計測回路は差動増幅器と積分器で構成した。また脈波計測用のセンサは、フォトダイオードと赤外光LEDが大腿部に十分密着するように配置し、脈波計測回路は電流増幅器と積分器で構成した。この便座を用いて計測した心電図と脈波の波形を図2に示す。心電図、脈波とも一般的な方法で計測される波形と、同等な波形が計測可能であった。この結果、両波形の時間差である脈波伝播時間PTTが確認でき、この値を用いることで、将来的に循環器系の評価も可能である。

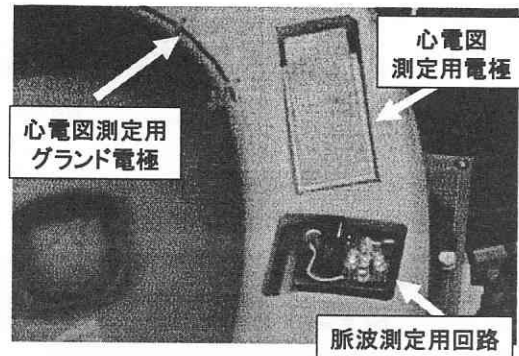


図1 心電図・脈波計測便座の外観

3. 日用品の使用状況計測

高齢者の生活活動を計測するため、トイレの使用状況に加えて、生活で使用する日用品の使用状況を計測するシステムを開発した。センシングの対象は家電品の動作状況と、部屋履きスリッパの利用状況である。作製したセンシングシステムを図3に示す。

図3(a)は、家電品の動作状況を計測するために作製した、家電モニターコンセントの設置例である。電流検出回路を内蔵し、家電品のON/OFFによって生じる電源電流変化を検知して、その状況をデジタル信号で出力する。ケース前面には家電用電源ソケット、モニタリングLED(電源及び出力用)を配置し、背面には商用電源接続端子を備える。

図3(b)は、室内での使用状況を計測するためにセンサを装着したスリッパの外観である。スリッパ側面に無線送信基板を取り付け、さらに送信アンテナをスリッパ上部に取り出した。振動検知センサとして水銀スイッチを接続し、そのON/OFF信号をパルス信号として無線送信する。その無線信号は受信回路において検知し、情報収集される。

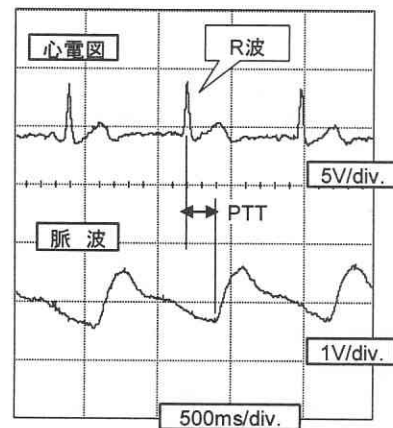
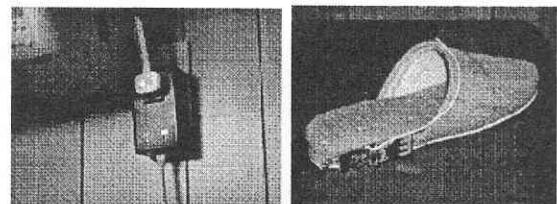


図2 計測波形



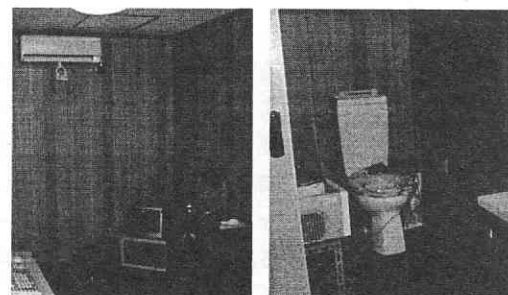
(a) コンセント (b) スリッパ

図3 センシングシステム

4. 実験環境の作製

トイレによる生体情報収集や、日用品の使用状況計測に関して、実際の家庭状況と近い環境で計測実験を実施するために実験スペースの作製を行った。その内部の様子を図4に示す。図4(a)は居間を模した部分で、家電品の動作状況とスリッパの使用状況を監視することが可能である。今回は着目する家電品として、テレビ、エアコン及び電気スタンドを用意した。また図4(b)はトイレを模した部分で、便座にセンサを配置した洋式便器を配置した。着座することで計測が可能である。

作製した実験スペースを使用して、生体情報を収集するためのネットワークシステムを構築した。その概念図を図5に示す。実験環境の天井裏には、家庭用インテリジェントサーバーとして小型のLinuxサーバーを配置した。その内部には、生体情報閲覧システムを構築した。各計測対象であるトイレ、家電品、スリッパに関して



(a) 居間部分 (b) トイレ部分

図4 実験環境の内部

は、計測結果をネットワークインターフェイスボードであるOisaka-H8-NIC(以下H8-NIC)を経由してデータをサーバーへ蓄積する。トイレにおいては、着座するごとに心電図波形及び脈波波形をサーバーへ蓄積する。また

家電品に関しては、それぞれのON/OFF状況を15分ごとに、スリッパに関しては15分ごとに振動センサのカウント数を蓄積する。なおH8-NICは3つの家電品について1台、スリッパに関して1台を割り当てている。H8-NICとサーバー間の通信は、インターネットの一般的な通信手順であるTCP/IPプロトコルを使用し、確実な情報通信を確立している。

5. 生体情報閲覧システム

家庭用インテリジェントサーバー上に生体情報閲覧システムを構築した。このシステムは各計測システムから収集した計測データと、そのデータを管理するデータベース及び情報配信のためのWebプログラムで構成される。図6に作製した閲覧システムのホームページを示す。セキュリティを考慮し、ユーザIDとパスワードによるアクセス管理を実施する。またホームページ上では、センシングの結果から簡単なルールによる安否確認結果を顔の表情（以下顔絵）で表示する。例えば使用するルールは以下のようなものである。

判定時間範囲：午前7時から午前9時の間にて

ルール1：トイレを1回以上使用する。

ルール2：テレビを15分以上見る。

ルール3：スリッパを使用する。

もし、3つのルールを全て満たしていた場合は「良好」、どれか1つでも満たさない場合は「やや不調」、全て満たさない場合は「不調」の顔絵を表示する。これによりホームページにアクセスするだけで、被測定者の体調を瞬時に確認可能となる。

システムへログインした後に表示可能な、心電図・脈波の波形を図7に示す。両波形を同じ時間軸で閲覧可能で、表示方法を変えることで1～2週間分を同時に表示可能である。また、日用品利用状況の閲覧結果例を図8に示す。横軸を時間として、トイレと日用品の利用状況とを並べて表示した。これにより、被測定者の日常行動が確認可能となった。

6. 生体情報閲覧システムの携帯電話対応

これまでのシステムは、コンピュータ上のブラウザソフトウェアによる閲覧を前提としてシステムを構築してきた。しかし、例えば将来的に訪問看護に携わるヘルパーなどの利用を考慮した場合、携帯電話からの閲覧は不可欠である。そこで生体情報閲覧システムを携帯電話からでも閲覧可能となるように、システムを再構築した。

現状の生体情報閲覧システムをベースにして、携帯電話対応のシステムをApache, PHP, そしてPostgreSQLといったオープンソースソフトウェアを用いて追加構築した。図9にID, パスワードによるユーザ認証後に表示される画面(iモードHTMLシミュレータ¹¹⁾での実行画面)を示す。メニュー画面では、図10のような判定

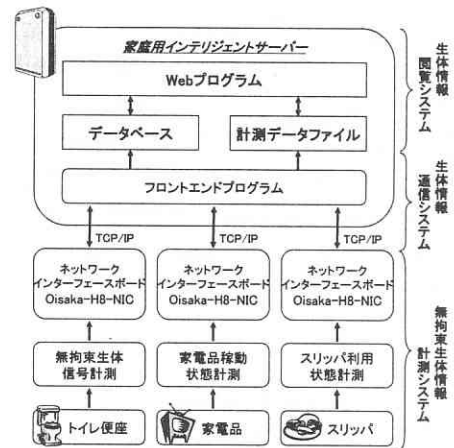


図5 ネットワークシステム概念図

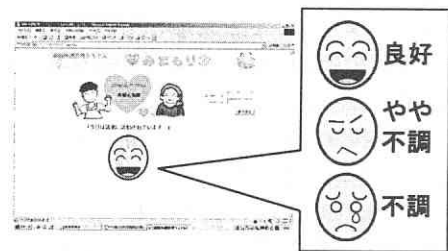


図6 閲覧システムホームページ

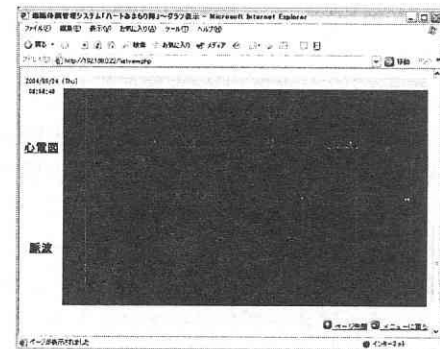


図7 心電図・脈波波形表示

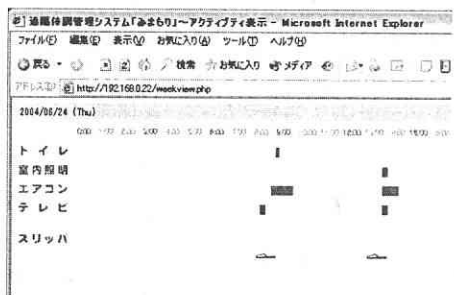


図8 日用品利用状況の閲覧画面

基準をもとに簡単な安否確認と特定の時間帯のトイレ、テレビ、スリッパの利用状況を確認できる。メニュー画面の顔絵の下にある“トイレ”、“テレビ”、“スリッパ”の各項目いずれかを選択すると、直近3日分の利用履歴を確認できる。また、“活動状況(グラフ表示)”を選択

すると、各項目の1日の利用状況がグラフで確認でき、1時間に1回以上の利用があれば、その結果を棒グラフで表示する。

図11に本システムをインターネットに公開し、携帯電話での表示例を示す。なお、本システムでは携帯電話より送信されるHTTPヘッダ(HTTP_USER_AGENT)から携帯電話事業者(NTTドコモ, KDDI, ポーダフォン)を判別し、各事業者の画像形式にあった画像を動的に生成している。

7. 結 言

- 1) 高齢者のみで生活する世帯を想定した見守りシステムを開発した。トイレ便座からの生体情報計測と、家電品及び日用品の使用状況計測のデータを小型のコンピュータサーバーへ蓄積し、インターネットを介して情報配信を可能とする。
- 2) トイレ便座からの生体情報計測は、着座するだけで無拘束に心電図と脈波の同時計測が可能である。これにより脈波伝播時間(PTT値)が計測可能となり、将来的に循環器系評価へ応用可能である。
- 3) 被測定者の生活実態を無拘束で計測する手段として、家電品の利用状況を電源電流の変化からセンシングするシステム及び、部屋履きスリッパの利用状況を振動検知するセンサを応用することで開発した。
- 4) 情報収集のためのネットワークシステムを一般的な家庭のトイレや居間を模して作製した実験スペースにおいて構築した。このスペースにて小型サーバーへデータ蓄積を行う手法を構築した。
- 5) サーバーへ蓄積されたデータをインターネット経由で情報提供する、生体情報閲覧システムを開発した。システムはオープンソースソフトウェアで構築しており、携帯電話からも閲覧可能である。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、ご指導いただきました広島大学大学院工学研究科 辻敏夫教授、(独)産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門 永田可彦氏に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) <http://www.mhlw.go.jp/>
- 2) <http://www.pref.hiroshima.jp/fukushi/tyouju/plan/>
- 3) 戸田達男：計測と制御, **140** (5), 337-342 (2001).
- 4) 志村孚城：計測と制御, **140** (5), 363-367 (2001).
- 5) 大賀 誠ほか4名：広島県立東部工業技術センター研究報告, **16**, 5-8 (2003).
- 6) 倉本文久ほか5名：広島県立東部工業技術センター研究報告, **16**, 9-12 (2003).
- 7) 大賀 誠ほか4名：広島県立東部工業技術センター

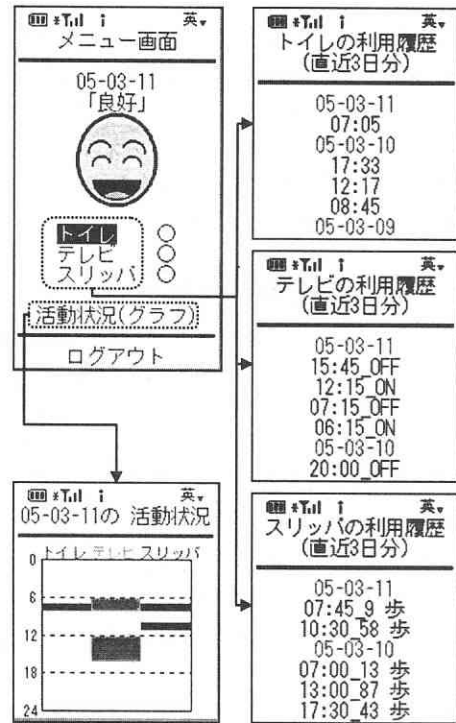


図9 家電品・スリッパを動作させた時の画面

個別判定	トイレ、テレビ、スリッパとも AM7:00~AM9:00 の間に1回でも利用されれば○、なければ×を表示		
顔絵	3つとも○の場合 …「良好」 1つでも○があれば…「やや良好」 すべて×の場合は …「不調」		
	「良好」 	「やや良好」 	「不調」

図10 判定基準例

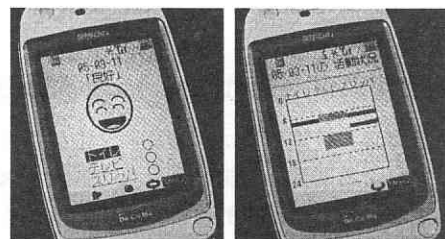


図11 携帯電話での閲覧例

- 研究報告, **17**, 1-4 (2004).
- 8) 大賀 誠ほか4名：広島県立東部工業技術センター研究報告, **17**, 5-8 (2004).
- 9) 古本浩章ほか6名：広島県立東部工業技術センター研究報告, **17**, 9-12 (2004).
- 10) 大賀 誠ほか2名：第37回日本人間工学会中国・四国支部大会講演予稿集, 50-51 (2004).
- 11) <http://www.nttdocomo.co.jp/>