

# 家族間での見守りのためのテレビ使用状態 遠隔モニタリングシステムの開発

松井 宏行\*・中島 一樹\*・佐々木和男\*

## Development of Telemonitoring System to Monitor Television's Operating State between Families

Hiroyuki MATSUI,\* Kazuki NAKAJIMA,\* Kazuo SASAKI\*

**Abstract** In an aging society, an increase is seen in the number of elderly person living alone. As the incidence of disease and injury increases with aging, a family who lives apart from an elderly parent may be concerned about that person's safety. Conversely, an aging parent may be interested in the lives of their children who live apart from them. To improve the relationship between family members who share such a situation, we have developed an inexpensive telemonitoring system using the television's operating state (TVOS). The system is comprised of sensor and communication sections. The sensor section consists of a current sensor for a television (TV) and an infrared sensor for a remote controller (RC), and outputs the TVOS, i.e., outputs indicating whether the TV is on or off and the RC is used. The communication section consists of a set of power-line communications modems and a computer with an Internet connection. We installed such a system in both an elderly person's home and that of his family living at a distant location. The computer at the family's end requires the TVOS data from the computer at the elderly person's end to be transmitted via the Internet once per minute. A feasibility test, conducted over one year, was performed in two pairs of parent-child families, four families, living apart. The results showed that (1) differences in the TVOS pattern was obtained by each family, and (2) the TVOS pattern differed between business days and non-business days in the same family. The present system does not specifically describe the health condition of an elderly parent living alone, but if that individual's family is familiar with the parent's viewing habits, they would be able to identify any change that might indicate a need for assistance.

**Keywords:** Telemonitoring, Elderly, Living alone, Family, Television.

### 1. はじめに

社会の高齢化や核家族化に伴い、独居高齢者または高齢者だけの世帯（高齢者世帯）数が増加している[1]。加齢に伴い何らかの疾患を発症する率が増加する[2]。そのため遠隔地で生活する家族（遠隔地家族）は、高齢者の安否を常に心配している。逆に、高齢者は子や孫である遠隔地家族の生活を気にしている。相手側の生活状況を見守るために、電話や電子メールなどを頻繁に利用して相手側の生活状況を確認することも可能であるが、これは一方または双

方の精神的な負担が大きいと考えられる。近年、高齢者世帯の安否確認を目的として、赤外線センサ、ドア開閉、照明や電化製品使用状態などの自動モニタリングに関する研究が報告されている[3-5]。これらでは、多くのセンサを屋内に設置して見守りを行うため、間接的な手法ではあるが、細かな生活状況が把握できる。しかし、住居ごとに部屋の間取りや家具の配置が異なるため、センサの設置位置も変えなければならない。これにより各センサから得られるデータの持つ意味が住居ごとに異なってくる。これらのデータを自動解析するためには、住居ごとに解析手法を変更する必要があると考えられる[6]。一方、サービスセンタに電話オペレータや医療専門家を365日24時間待機させ、専用のセンサや通信機を用いて緊急時に対応する商用の見守りサービスが数多く販売されている[例えば7-9]。これらのサービスでは、導入時に数万円程度のセンサや機器などの設置費用が必要な場合が多く、さらに運用時には人件費、通信費、システム管理費などのために月額約5千

生体医工学シンポジウム 2007 発表（2007 年 9 月，札幌）  
2007 年 7 月 26 日受付，2007 年 11 月 27 日改訂，2007 年 12 月 13 日再改訂

Received July 26, 2007; revised November 27, 2007, December 13.

\* 富山大学大学院理工学教育部

Graduate school of Science and Engineering, University of Toyama

円程度の料金が必要となる。これらのサービスを個人的に契約することも可能であるが、市町村が介護の必要な独居高齢者に対して行政サービスとして利用することもある。しかし、介護の必要がなく日常生活動作の自立している高齢者世帯においては、遠隔地家族が高齢者の安否を心配していても、これらのサービスを購入するには費用負担が大きくなるように思われる。これに対して、緊急通報には対応できないが商用サービスが用いているサービスセンタを利用せず、見守りを家族間で行うことで費用負担を軽減できる可能性が考えられる。しかし、お互いの精神的な負担が重くならないように配慮しなければならない。

我々は、日常生活動作が自立している独居高齢者および遠隔地家族両者の精神的・費用的な負担が少なく、お互いが遠隔地に居住しながらも、いわゆる親子同居か同じ敷地内に別棟住宅で親子が居住し、常に相手家族の生活の気配を感じることでできる「バーチャル同居」状態が好ましいと考える。本研究では、商用の緊急通報システムまでは必要としないが、遠隔地に居住しながらも独居高齢者とその家族がお互いを見守り合いたいとの希望を有する対象に対して、家族間で相手側の生活状態を推測するシステムを開発した。

## 2. システム構想と特徴

高齢者との「バーチャル同居」を可能とするためのシステム構想とその理由について述べる。まず本研究で開発するシステムを利用する対象は、遠隔地に居住していることにより、高齢者世帯および遠隔地家族とも、相手世帯の生活状況を気にかけていることを前提とする。このような親子の関係であれば、相手世帯の住居間取り、日常生活の習慣性や行動様式、健康状態などを把握していると考えられる。しかし、商用見守りサービスの高額な初期導入費用や運用費用を個人負担してまで購入する必要を感じないと仮定する。つまり、本システムは商用見守りサービスが含む緊急通報を行うことを目的としていない。例えば、ある家庭に日常生活動作が自立した同居者がいる場合、同居者の“非平常”を検出するために“常に相手の生活状態を監視”するだろうか？本研究では、“非平常”を検出するために常にデータを監視する必要はなく、ふと気づいた時に相手側の様子を確認し、“平常”であるか否かはそれぞれ家族が判断するものとする。

生活状態の見守りを行うために、日常生活における活動の自由を妨げないセンサを屋内に設置する。これまでに報告されている研究[3-5]のように多数のセンサを屋内や電化製品に設置することも可能であるが、安価なセンサ費と簡便なセンサの設置を実現させるために、本研究では最も日常生活に密接に関わる電化製品としてテレビを選択し、この利用状態をモニタリングすることとする。国内においてテレビの一般世帯への普及率は 99.5%である[10]。日常

生活の自立している在宅高齢者に対して行った家電製品や照明に関するアンケート調査研究では、全回答者がテレビを毎日 3 回以上利用すると報告されている[11]。さらに、ヨーロッパ先進国における高齢者 1 万人弱の調査でも 98% がテレビを使用すると回答している[12]。ドイツとアメリカ合衆国における大規模な調査では、高齢女性はテレビを毎日 4 時間弱視聴することが報告されている[13, 14]。また、視聴する番組に個人の嗜好が反映されることが予想されるが、アメリカ合衆国の調査では最も人気のある番組はニュース番組であったと報告されている[14]。このように国内だけでなく先進諸外国においても、テレビは家電製品として広く家庭に普及し、毎日使用される電化製品である。さらに、テレビ使用の習慣性を記録することで体調の変化を検出できる可能性も指摘されている[6]。テレビの ON や OFF 状態になる変化をリアルタイムに遠隔モニタリングできれば、相手家族の生活の気配を感じることができると期待される。また、テレビのリモートコントローラ（以下：リモコン）の使用状態を同時にモニタリングできれば、テレビが ON の状態のときの詳細な情報や消し忘れ状態であるかなどを確認でき、相手家族の生活の気配を感じるための手助けになることが期待される。

システムの初期導入費用を安価にするためにセンサ部を除き、データ取得から通信に必要な機器には専用の通信機器を用いるのではなく、対象がすでに所有しているインターネット利用のための機器を利用する。すなわち、対象は計算機 (PC) をインターネットに常時接続するために、ケーブルテレビ、各種の Digital Subscriber Line (DSL) や光ファイバーなどの高速ブロードバンドおよび Internet Service Provider (ISP) に契約していることを前提とする。総務省が発表した 2004 年末におけるインターネットの世帯普及率は 87%、13 歳から 50 歳未満までのインターネット利用率は 85% 以上である。加齢とともにインターネット利用率は減少するが、2003 年に比べ 2004 年では「50 歳以上の伸びが比較的高く世代による格差はやや縮小。」とまとめられている[15]。このため今後、高齢者世帯においてもインターネット普及率が上昇すると考えられている。

商用の見守りサービス利用料の中で比較的大きい割合を占めると考えられるサービスセンタの人件費を不要とするため、相手世帯側を熟知している家族間で見守り合うこととする。モニタリングしているテレビ使用状態を参考にして、利用者自身が相手世帯の状況を判断し、必要に応じて相手世帯の生活状況を訪問・電話などで確認する。これらが可能であれば、初期導入費用はセンサ部だけとなり、商用見守りサービスに比べてかなり安価になる。さらに、対象が本システム利用時に負担するのは PC の運転費用、つまり PC の終日運転に必要な電気料金だけとなる。各電力会社により料金の設定は異なるが、従量制で 300 kWh を超

える最も高額な料率の国内 10 電力会社の平均は 23.85 円 / kWh (2007 年 7 月) である。本研究で用いるラップトップ型 PC はシステム運転時の消費電力が約 20 W であり、1 か月 (31 日) 間の電力量は 14.88 kWh となり、本システムの運転に必要な料金は 355 円 / 月と試算される。

繰り返しになるが、PC 購入費や ISP 利用費は対象が本システムの利用の有無にかかわらず、すでに導入していることが前提である。本研究で開発するシステム構成では、初期導入時に必要なセンサ部分が約 5 千円 / 件、PC の運転に必要な電気料金が約 500 円 / 月とする。現段階では、センサ-PC 間の信号伝送回線など、本構想具体化のためにはある程度の初期費用がかかる。しかし、PLC 通信などを利用しても高々 5 万円程度であり、また直接配線ならば電線代金と配線工事費のみで、はるかに少額となる。また、システムで使用するソフトウェアは、本研究グループからインターネット上で無償供給することとする。以上、高齢者との「バーチャル同居」を可能とするためのシステム構想を述べたが、その特徴を以下にまとめる。

- (1) 対象：遠隔地に居住する家族と介護の必要がなく日常生活動作の自立している独居高齢者または高齢者だけの世帯
- (2) モニタリング機器：テレビ使用状態 (電源 ON/OFF とリモコン操作の有無) の遠隔リアルタイムモニタリング
- (3) 通信機器：対象がすでに所有しているインターネット利用のための機器を利用
- (4) 費用：初期導入費用 5 千円 / 件以下および運転費用 500 円 / 月以下
- (5) 見守り：遠隔地家族と高齢者世帯間だけで双方向に

実施

### 3. システム概要

本研究では、テレビの使用状態をリアルタイムにモニタリングするシステムを開発した。システムは、電流センサ、リモコンセンサ、電力線通信 (Power-Line Communications: PLC) [16] のモデム、インターネットに接続された計算機 (PC) から構成されており、高齢者世帯と遠隔地家族が同じ構成のシステムを用いる (図 1)。以下に高齢者世帯のテレビ使用状態を遠隔地家族がモニタリングする場合について述べる。

#### 3.1 テレビ使用状態の検出

高齢者世帯のテレビ電力線に流れる電流は電流センサ (CTL-6-L-Z, U\_RD 社) で交流電圧信号として検出される。この信号は増幅・整流・平滑化され、コンパレータで論理値 H または L として出力される。一方、リモコンの使用状態は、近赤外線受光センサ (PL-IRMO 101-3, PARA LIGHT 社) により検出される。リモコンから出力されるパルス列は、機器の製造メーカーや機種によりパルス列の形式や長さが異なる。そのため、本研究ではリモコンを操作したかどうかだけを判断する。近赤外線受光センサに入力されるパルス列の信号は、平滑化され、ワンショット・マルチバイブレータにより 7 秒間論理値 H として出力される。これらテレビセンサとリモコンセンサ回路からの論理信号は、それぞれ PLC 送信機 (Tx-A: テレビ用, Tx-B: リモコン用) に入力される。PLC 送信機に出力された論理値は、屋内の電力配線を介して高齢者世帯側 PC-A に、RS-232C で接続される PLC 受信機 (Rx) から入力される。これらの論理信号 (20-25 byte) はテキストデータとして PC-

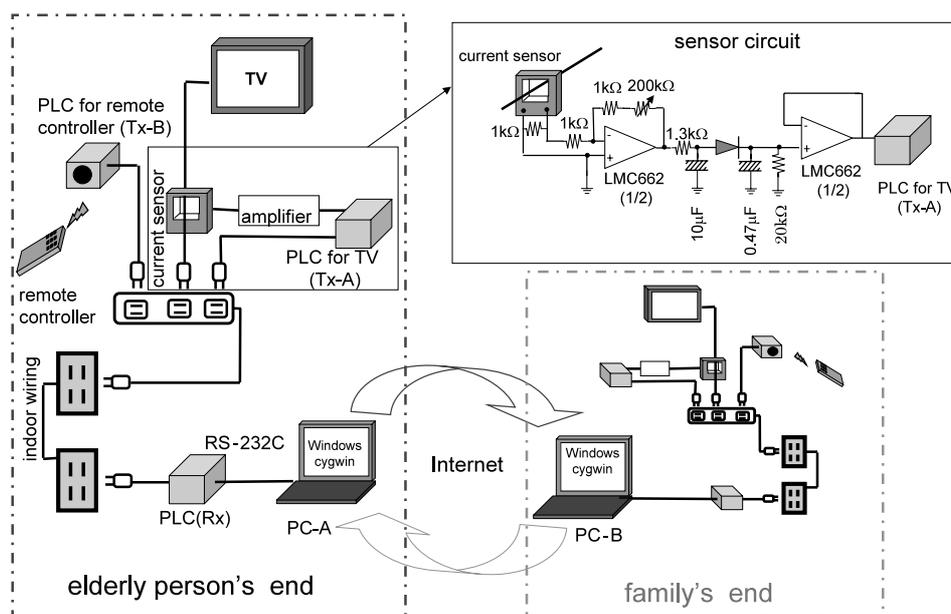


図 1 テレビ使用状態遠隔モニタリングシステム全体の概要

Fig. 1 Schematic illustration of whole telemonitoring system for television operation's state.

A のハードディスクに保存される。

### 3.2 インターネットを介した論理信号転送

センサから得られる論理信号は、PC-A より遠隔地家族側 PC-B へインターネットを介して転送され、PC-B に保存・表示される。安全にデータをインターネット経由で自動転送するには UNIX が長い歴史と実績を有している。本研究で使用する PC は、対象がすでに所有している機器を利用することを想定している。現在、家庭用に最も普及している OS は Windows<sup>®</sup> であるため、UNIX 用プログラムをそのまま利用することは出来ない。そこで UNIX の一部の機能を Windows<sup>®</sup> 上で動作可能にしたフリーソフトウェア cygwin を導入する [17]。

論理信号は個人のテレビ使用状態を示すため、悪意のある第三者からデータの閲覧・改ざんなどができないように配慮する必要がある。データ通信を安全に行う方法に Secure Shell (SSH) 技術がある [18]。SSH は、公開鍵・秘密鍵を用いてデータの暗号化、ホスト認証とユーザ認証を行い通信の安全を確保する。本研究では SSH 技術を用いて安全に通信を行うプログラム OpenSSH を使用した。指定するコマンドを指定時刻に自動実行するデーモンプログラム cron により、1 分間隔で論理信号データを PC-A から PC-B にコピーする。このとき事前に確認された PC-B に ISP から割り振られた Internet Protocol (IP) address をコピー先として指定する。PC-B では、コピーされた論理信号を高齢者世帯側のテレビ使用状態として表示する。

### 3.3 取得データの表示

取得されたテレビ使用状態の表示は、図 2 に示すように 3 種類から選択できるようにした。(a)現在のテレビ・リモコンの使用状態を詳細に確認する目的で、本日と前日のテレビおよびリモコン使用状態を表示した。記録の時間分解能は 1 分であるが、十分普及している PC の画面解像度 XGA (1024×768 ピクセル) で横スクロール無しにデータ全体を見渡すことができるデータ数とするため、時間分解能 2 分で表示させた。このグラフからは、昨日と本日とのテレビ使用状態の比較およびリモコン操作間隔を定性的に把握することが期待される。(b)四季の 1 季節 (3 か月間) におけるテレビ使用習慣を把握する目的で、13 週間分のテレビ・リモコン使用状態を並べて表示した。対象にテレビ使用習慣があれば、縦の帯が表示されることが期待される。図では朝、昼、夜に縦の帯が認められ、習慣的なテレビ使用が定性的に把握できる。屋内照明機器の点灯時刻を約 4 か月間自動記録し同様に表示すると、日没時間によく相関することが報告されている [19]。これらより、1 季節程度の長期間を 1 見できる表示方法は、テレビ使用状態の長期間 (季節) における習慣性の変化を表示するのに適切であると考えられる。(c)現在のテレビ使用の ON・OFF 状態を過去に蓄積されたテレビ使用状態のデータと比較することを容易とする目的で、テレビ使用率の時間変化を曜

日ごと (左側) と全日 (右側) に示した。縦線で示される現在時刻 (図 2 では 19:08) は時間と共に右側へ移動する。これにより、現在のテレビ使用状態と過去のテレビ使用率の比較が定性的に行えると考えられる。

## 4. システム試用

### 4.1 対象

本システムを遠隔地に居住する 2 組の親子 (4 世帯) で試用した。一組目は富山市内在住の遠隔地家族世帯 (4 名: 男 44 歳 (サラリーマン), 女 39 歳 (専業主婦), 11 歳と 7 歳 (小学生), 以下被験者宅 A) と京都市内在住の親世帯 (2 名: 男 74 歳 (無職), 女 69 歳 (体操指導員), 以下被験者宅 B) で、2006 年 2 月 5 日から 2007 年 4 月 10 日までの約 14 か月間試用した。二組目は富山市内在住の遠隔地家族世帯 (1 名: 男 22 歳 (大学生), 以下被験者宅 C) と金沢市内在住の親世帯 (2 名: 男 56 歳 (サラリーマン), 女 51 歳 (内職), 以下被験者宅 D) で 2005 年 12 月 31 日から 2007 年 4 月 29 日までの約 16 か月試用した。ただし、センサは他の研究でも利用していたため、本研究では、被験者宅 A ではリモコン使用状態の測定を 2007 年 1 月 16 日より開始し、被験者宅 C ではテレビおよびリモコン使用状態の測定を 2006 年 3 月 5 日から 2006 年 7 月 14 日までの期間中止していた。

各被験者には試用前に研究に関する十分な説明を行い、書面によるインフォームドコンセントを得た。

### 4.2 試用結果

1 年以上の試用期間中、2 組の親子宅では双方向で安定したデータの送受信が行われ、相手側のテレビ使用状態をリアルタイムに確認することが可能であった。ただし、被験者宅 A, C, D は北陸地方であり、冬期に多発する雷によりインターネット接続用のモデムやルータがノイズや瞬時電圧低下の影響を受け、数日機能停止することがあった。この場合、モデムやルータを再起動させる必要があり、通信が一時的に途切れた。また、2006 年 12 月 24 日に被験者宅 D に設置されていたインターネットモデムが正常に動作しなくなり、インターネットモデム交換までの 16 日間、通信が停止していた。被験者宅の機器に不良が発生した場合、相手側の世帯からの電話連絡が有り、機器の再起動や交換が行われた。また、被験者宅 A では 2007 年 3 月 5 日にインターネット接続回線が ADSL から光通信に変更された。通信は回線変更の工事時に一時的に停止したが、工事完了後すぐに復旧した。

モニタリングされたテレビ使用状態に関する統計検定では、クラスカル・ウォリス検定・Scheffe の方法による多重比較が行われ、有意水準 5% 以下で有意差があるとされた。

**4.2.1 テレビ使用状態の結果** 被験者宅 A の各時刻におけるテレビ使用率を図 3 に示す。測定日全体の使用率を最上段に、その下に測定日全体での曜日ごとの使用率を

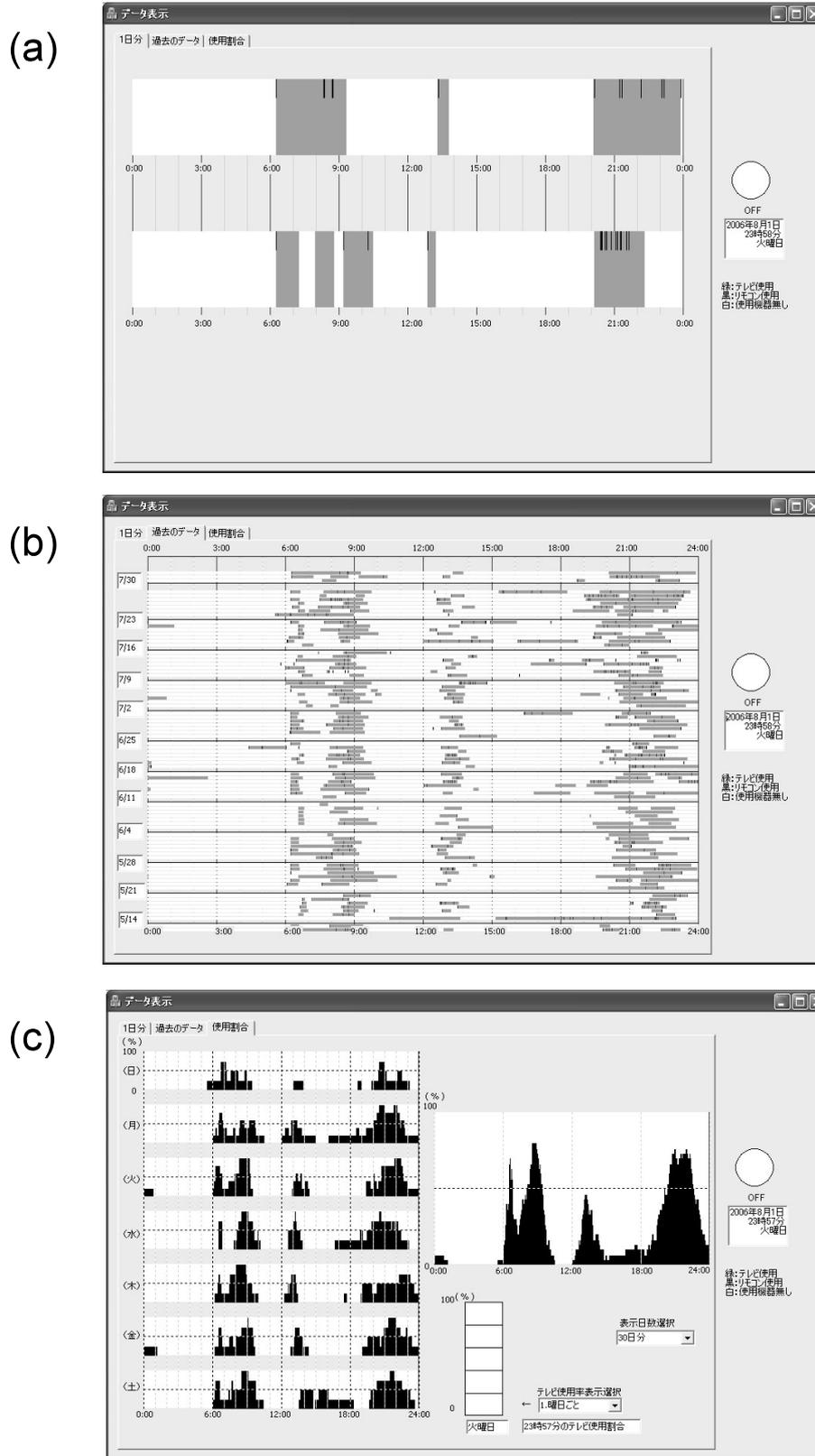


図 2 テレビ使用状態の表示。右側丸は現在のテレビ使用状態と現在時刻を示す。(a) 最新2日間のテレビ使用状態。灰色帯はテレビ ON 状態，短黒棒はリモコン使用を示す。(b) 最新13週間のテレビ使用状態。灰色\*はテレビ ON 状態，黒色\*はリモコン使用を示す。(c) テレビ使用率，左側は各曜日，右側は全日のテレビ使用状態，右下白四角は現時刻のテレビ使用率を示す。

Fig. 2 Typical example of recorded television operation's state (TVOS). The open circle at right side shows current status of television usage, and current time is indicated in the open box. (a) TVOS in the last two days (b) TVOS in the last 13 weeks. Gray asterisk indicates TV-ON, Black asterisk indicates remote controller-ON. (c) TV usage rate. Left graphs show TV usage rate of each day of the week. Right graph shows TV usage rate of all the days. Bottom open bar shows current TV usage rate.

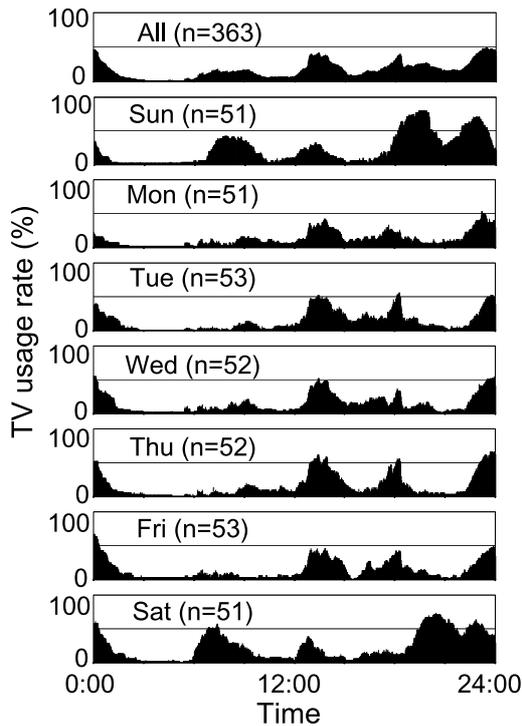


図 3 被験者宅 A のテレビ使用率. 図中に測定日数を示す  
 Fig. 3 Television usage rate at the subject A. Numbers of monitoring days are indicated in the figures.

それぞれ示す. 測定日全体の結果からは, 8 時頃, 13 時頃, 19 時頃, 23 時頃にテレビ使用率のピークが確認される. 各曜日のテレビ使用率では, 曜日によりテレビ使用時間の形態が異なることが確認された. 具体的には, 平日 (月曜日 - 金曜日) には 13 時頃, 18 時頃, 23 時頃にテレビ使用率のピークが確認される. 一方, 休日 (土曜日, 日曜日) には, 平日に認められない 7 時頃および 20 時頃にピークを有しているが, 平日に見られる 18 時頃のピークが認められない. これらの差異を統計的に検討するため, 1 時間ごとにテレビ使用時間を集計し, 各時刻におけるテレビ使用時間に対し曜日間の検定を行った (図 4). その結果, 土曜日の 6, 7 時, 休日の 19, 20, 21 時, 日曜日の 22 時は, それぞれ平日の同時刻に比べてテレビ使用時間が有意に長かった.

他の被験者宅のテレビ使用時間についても同上の検定を行った (図 4). 被験者宅 B では日曜日の 7, 8 時に平日および土曜日よりテレビ使用時間が有意に短い. しかし, 他の時刻では有意差は得られなかった. 被験者宅 C では休日の 7 時に平日よりテレビ使用時間が有意に短い. 日曜日の 12 時から 18 時までは, 平日よりテレビ使用時間が有意に長い. 土曜日の午後もテレビ使用時間が平日より長い傾向はあるが, 17 時以外は有意差が得られなかった. 被験者宅 D では日曜日の 6 時と 8 時に平日よりテレビ使用時間が有意に短い. 日曜日の 10, 11 時および休日の 14 時から 18 時までは, 平日よりテレビ使用時間が長い傾向であるが有意

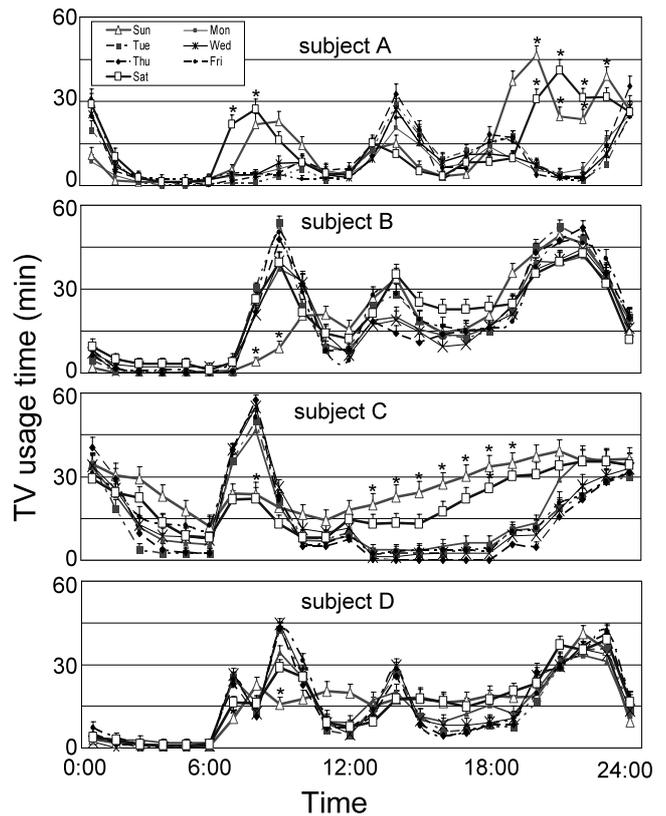


図 4 全被験者のテレビ使用時間の時間変化.  
 Fig. 4 Time course of television usage rate at all subjects.

表 1 被験者毎の全日のテレビ使用率の比較. CC: 相互相関係数

Table 1 Comparison of television usage rate of all the days in all subject. CC: correlation coefficient.

subject	CC
A-B	0.45
A-C	0.28
A-D	0.38
B-C	0.23
B-D	0.86
C-D	0.33

差は得られなかった.

各被験者宅のテレビ使用形態の相関を検討するため, 各被験者宅の測定日全体のテレビ使用率をピアソンの積率相関係数 (以下, 相関係数) を求めた (表 1). 被験者宅 B と D は 0.86 と高い相関係数を示したが, 他の世帯間の相関係数 0.5 以下の低い値となった.

4・2・2 リモコン使用状態の結果 各被験者のテレビ ON 状態におけるリモコン使用間隔頻度分布を測定日数で正規化した結果を図 5 に示す. さらに, リモコン使用間隔の平均時間 (mean ± se) を図中に示す. 各被験者ともリモコン使用の最短間隔は 1 分であり, 最大頻度を有していた.

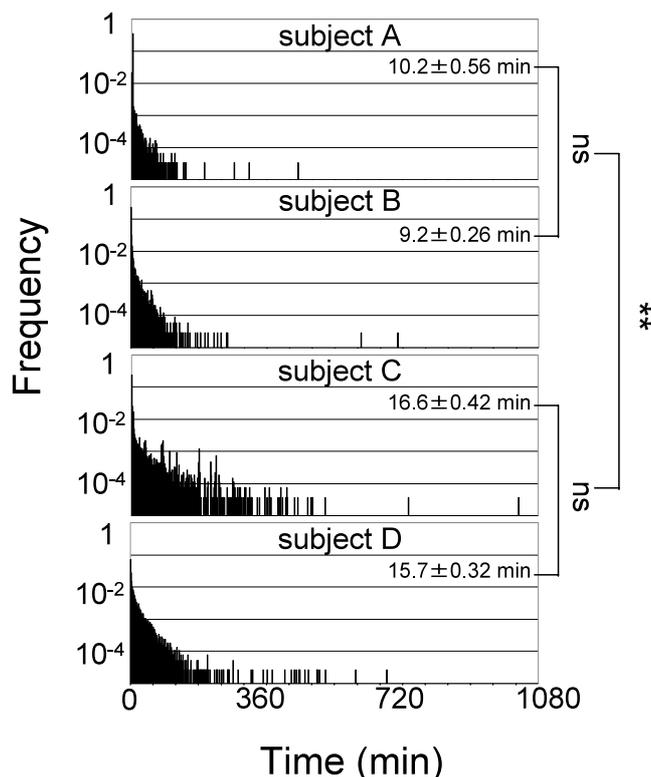


図5 リモコン使用間隔の頻度分布. リモコン使用間隔の平均値と標準誤差を図中に示す. (\*\*:  $P < 0.01$ ; ns: 有意差無)

Fig. 5 Frequency distribution of time interval of remote controller-ON. Averages and standard errors (mean  $\pm$  se) are indicated in the figures (\*\*:  $P < 0.01$ ; ns: not significant)

どの被験者も使用間隔が延びるにつれ頻度は急激に減少し、使用間隔3時間以上では1回を表す  $3 \times 10^{-5}$  を示した。平均時間は被験者宅AとBが10分程度、被験者宅CとDが16分程度となり、親子間でほぼ同じ使用間隔となった。しかし、2組の親子間では有意差が得られた。

**4.2.3 被験者の非日常性判断** 2006年2月22日被験者宅Bの男性が、大腸内視鏡検査を受けるために自宅で下剤を服用していた。6時10分にテレビをつけたままトイレに入ったが、そのまま失神した。約1時間後、被験者宅Bの女性が失神している男性を発見・介護した。男性は、病状が落ち着いてから病院で処置され大事には至らなかった。このとき被験者宅Aでは、被験者宅Bのテレビがいつもは使用しない早朝から11時頃までONとなっていたことと早朝に103分間もリモコン操作が無かったことが話題となり、電話連絡の結果、被験者宅Bの状況を確認するに至った。

測定データの解析は上記試用期間のみであるが、測定はその後にも継続されている。解析対象期間外であるが、被験者宅C男性の通学する大学では、麻疹により2007年6月30日から7月4日まで授業が休講となり、全学生はキャンパス立ち入り禁止となった。6月29日に男性は被験者宅D

女性(母親)にこのような状況を電話連絡していた。母親は6月30日が土曜日であるにもかかわらず被験者宅Cのテレビが午後になっても使用されないことから男性の麻疹を心配し電話連絡をしてきた。男性は土曜日の午後はいつもテレビをつける習慣であるが、この日はたまたまテレビを使用していなかったことを電話で伝えた。

## 5. 考 察

本研究では「高齢者とのバーチャル同居」を可能とするためのシステムとして、テレビとリモコンの使用状態を遠隔からリアルタイムモニタリングするシステムを開発し、2組の親子間で1年間以上の試用を行った。その結果、世帯ごと、曜日ごとに異なるテレビ使用の習慣性が記録された。ただし、被験者宅BとDの測定日全体のテレビ使用率の相関係数は0.86と大きな値が得られ、両宅では類似したテレビ使用習慣が推測される結果となった。これは被験者宅B男性と被験者宅D女性は、どちらも日中は主に在宅している共通点があるからだと考えられる。被験者宅A女性(主婦)も日中に在宅していることが多いので、被験者宅BとDと同様の使用習慣を持っている可能性がある。しかし、被験者宅A同居者3名のテレビ使用習慣も含めたテレビ使用率として相関係数を算出した場合、他3世帯との相関係数は低い値になったと考えられる。これより、モニタリングするテレビを利用する対象の人数や生活習慣によって、テレビ使用の習慣性が変化することが示唆された。

室内に設置された赤外線センサや機器に取り付けられたセンサから居住者の行動を推定する見守りシステムの一部では、取得されたデータから非日常性を自動判断する試みも報告されている[6, 20, 21]。これらでは、それぞれ被験者1名から取得されたデータに対する解析から、非日常性の推定を行っている。しかし、本研究で取得されたテレビ使用習慣は被験者宅ごとに異なることが明らかとなった。そのため、これらの報告で開発された手法で自動判別できるかどうかは不明であり、すべての被験者のデータに対応可能なアルゴリズムを開発する必要があると考えられる。これに対して本研究では、2組の親子間でそれぞれ相手世帯の非日常性を自分で判断し、電話連絡により確認するに至っている。いずれの場合も本システムで表示された相手世帯のテレビ使用状況を参考にするだけでなく、相手世帯の周辺に起こっている生活状態の変化も含めて総合的に判断したものと考えられる。興味深いことに、2組の親子ではリモコン使用間隔の平均値がそれぞれ約10分と約16分であり有意差が得られたが、親子間では有意差もなくほぼ同じ値が得られた。これは親世代のテレビ使用習慣が子世代に影響したものかもしれないが、被験者数を増やしてみなければ推測の域を脱しない。

本システムではリアルタイムにテレビ使用状態を遠隔モニタリングできるので、被験者からは「頻りに連絡しなく

ても相手世帯の生活状態を推測できる」, 「旅行や長時間の外出状態を推測できる」, 「早朝や深夜連絡したいときに起床しているかどうかを判断できる」などの意見が聞かれた。このように, 本システムの利用者として前提としている常に相手世帯を気遣う密着性のある親子間では, いつもと異なるテレビ使用状態を被験者自身が判断し連絡を取り合うことが可能であり, 家族間のコミュニケーションの手助けとして利用されることが示唆された。今後, 多くの実施例を増やすことで本システムの提案している「バーチャル同居」が有効であることを証明する必要がある。

商用の見守りサービスやこれまでに報告されている見守りシステムは, 取得されたデータをサーバに蓄積している[3-9, 19-21]。サーバを利用すれば保守・管理に費用が発生するが, 本システムでは見守り対象となる個人が所有しているPCを利用しているため, 保守・管理も被験者自身が自分で実施することになる。また, 商用の見守りサービスで導入されるサービスセンタを利用せず, 本システムでは家族間でお互いに見守り行うため, 人件費を排除できた。さらに, テレビ使用習慣に関する情報も個人情報と考えられるが, 本システムではサーバやサービスセンタを利用しないこと, そしてSSHを利用することにより第三者に情報を閲覧される可能性が極めて低いと考えられる。

本システムでは通信の宛先としてIP addressを用いている。IP addressはISPから動的に割り振られるが, 1年間以上の試用期間中には何度か機器の再起動によりIP addressが変更されることがあった。IP addressが変更されるたびに通信が停止するので, 本システムの設定を変更する必要があった。PCに固定IP addressを割り振る商用サービスも行われているが安価とはいえない。ところでISPから動的に割り当てられるIP addressと, そのホスト名の対応を動的に登録・管理する仕組みとしてDynamic Domain Name System (DDNS)が普及してきた。インターネット上には無料で利用できるDDNSも複数存在している。本システムにDDNSを導入すれば, 動的に割り振られるIP addressが変更され通信が一時的に中断することがあっても, 自動的に通信を復旧することが可能である。現在, DDNSを導入した次期システムを開発しており, IP addressの変更にも対応できることを確認している。

前述したように, 本研究ではシステム設置の簡便さや屋内意匠の維持を優先するため, センサからPCまでの信号伝送にPLC送受信機を導入した。現在のシステムではPLC送受信機の占める価格は小さくない。しかし, 屋内意匠や設置時間が問題とならず追加配線が容認されるならば, 費用は電線の代金と配線工事費のみとなり, 安価にシステムを設置できると考えられる。今後, 実際に導入する対象者が, 利便性や屋内配線の意匠性など, 各種選択ができるようセンサからPCまでの伝送手段を複数開発する必要があると考えられる。

本システムを用いれば, 相手世帯のテレビ使用状態を遠隔からモニタリングできることが示されたが, 生活状態を直接モニタリングしていない。しかし, 生活習慣に変化が現れた場合には, 安定した日常生活では毎日利用するテレビ使用習慣にも変化が現れることが予想される。親子間であれば, 相手家族の生活状態をある程度把握しているので, テレビ使用習慣に変化があった場合に訪問・電話連絡により, 生活状態を確認することが可能である。高齢者世帯に疾病者がいる場合や生命に関わるような発病が予想される場合は, 緊急時にも対応している商用の見守りサービスが有効であると考えられる。一方, 日常生活動作が自立しており商用サービスを購入する必要がないと考えている親子間においては, 商用の見守りサービスに比べて費用負担の少ない本システムを利用することにより, 間接的な見守りが実現できると考えられる。

## 6. ま と め

本研究では, テレビ・リモコンの使用状態を高齢者宅と遠隔地家族宅の双方でリアルタイムにモニタリングし, テレビ使用習慣を利用して相手世帯を見守るシステムを開発した。システムを2組の親子間で試用した結果, (1)テレビ使用形態が家族ごとに異なること, (2)各世帯内でも平日と休日にテレビ使用形態が異なること, などテレビ使用状態に世帯ごとの習慣性が確認された。これよりテレビ使用状態を利用した生活状態の見守りが実現できる可能性が示唆された。今後, 対象を吟味し実施件数を増やすと共に, センサからPCまでの伝送手段や非日常性の自動判断アルゴリズムの開発などを行う必要がある。

**謝辞** 本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)17510121および19510143の助成を受けて実施されたものであり, ここに記して感謝の意を表します。

## 文 献

1. 内閣府共生社会政策統括官高齢社会対策高齢社会白書(H19年度版)  
第一章 高齢化の状況 (<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2007/gaiyou/html/jg110000.html>)  
[accessed July 4, 2007]
2. 高橋龍太郎: “総合的機能評価とは?” 高齢者を知る辞典. 介護・医療・予防研究会編. 厚生科学研究所, 東京, 2000, pp. 37-39.
3. Ohta S, Nakamoto H, Shinagawa Y, Tanikawa T: A health monitoring system for elderly people living alone. *J Telemed Telecare*. **8**(3): 151-156, 2002.
4. Banerjee S, Steenkeste F, Couturier P, Debray M, Franco A: Telesurveillance of elderly patients by use of passive infra-red sensors in a 'smart' room. *J Telemed Telecare*. **9**(1): 23-29, 2003.
5. Suzuki R, Ogawa M, Otake S, Izutsu T, Tobimatsu Y, Iwaya T, Izumi S: Rhythm of daily living and detection of atypical days for elderly people living alone as determined

- with a monitoring system. *J Telemed Telecare*. **12**: 208–214, 2006.
6. Nambu M, Nakajima K, Noshiro M, Tamura T: An algorithm for the automatic detection of health conditions. An image processing technique for diagnosing poor health in the elderly. *IEEE Eng Med Biol Mag*. **24**(4): 38–42, 2005.
  7. 象印 みまもりほっとライン i-POT <<http://www.mimamori.net/index.html>> [accessed July 4, 2007]
  8. 周南マリックコム株式会社 さすがの早助 <<http://www.maricom.co.jp/service/service-sasuke1.html>> [accessed July 4, 2007]
  9. 立山科学グループ 24時間緊急通報システム <[http://www.tateyama.jp/product/sy\\_report.html](http://www.tateyama.jp/product/sy_report.html)> [accessed July 4, 2007]
  10. 内閣府統計情報・調査結果景気統計消費者動向調査平成19年普及率(3月調査) [=Excel形式] <<http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/2007/0703fukyuritsu.xls>> [accessed July 4, 2007]
  11. Nakajima K, Kamiya A, Matsui H, Oikawa D, Fujita K, Higashi Y, Tamura T, Fujimoto T, Sasaki K: Development of a television-use telemonitoring system for elderly daycare-recipients living alone. *J Robotics Mechatronics*. **19**(6): 683–690, 2007.
  12. Stroetmann VN, Husing T, Kubitschke L, Stroetmann KA: The attitudes, expectations and needs of elderly people in relation to e-health applications: results from a European survey. *J Telemed Telecare*. **8**(Suppl. 2): 82–84, 2002.
  13. Grajczyk A, Zollner O: How older people watch television. Telemetric data on the TV use in Germany in 1996. *Gerontology*. **44**(3): 176–181, 1998.
  14. Fogel J, Carlson MC: Soap operas and talk shows on television are associated with poorer cognition in older women. *South Med J*. **99**(3): 226–233, 2006
  15. 平成16年通信利用動向調査の結果(総務省) <[http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/pdf/050510-1\\_01.pdf](http://www.soumu.go.jp/s-news/2005/pdf/050510-1_01.pdf)> [accessed July 4, 2007]
  16. 片山正昭: 電力線通信. 計測と制御. **44**(6): 378–383, 2005.
  17. 井 義治, 米田 聡: cygwin—Windowsで使えるUNIX環境—. ソフトバンクパブリッシング株式会社, 東京, 2003.
  18. 原 大輔: SSHで安全なリモートアクセスを構築する. 株式会社ディー・アート, 東京, 2003.
  19. 吉木大司, 松本佳昭, 江 鐘偉: 独居高齢者向け生活状況モ

- ニタリングシステムの開発. 生体医工学シンポジウム 2005 予稿集(CD-ROM). 日本エム・イー学会, 大阪, 2005.
20. 青木茂樹, 大西正輝, 小島篤博, 菅原康博, 福永邦雄: 独居高齢者の行動パターンに注目した非日常度の検出. *電学論 E*. **125**(6): 259–265, 2005.
  21. 松岡克典: 住宅内行動の長期蓄積に基づく異常検地手法の検討. MEとバイオサイバネティクス研究会, 電子情報通信学会技術研究報告. **MBE2002-128**: 65–68, 2003.

---

松井 宏行 (マツイ ヒロユキ)

1983年9月生。2006年富山大学工学部電気電子システム工学科卒業，同年同大学院理工学教育部電気電子システム工学専攻入学，現在に至る。テレビ使用状態遠隔モニタリングシステムの開発に従事。



中島 一樹 (ナカジマ カズキ)

1962年9月生。1987年京都工芸繊維大学大学院工芸学研究科修了，1996年博士(工学)山口大学。1997年山口大学講師，1999年国立長寿医療研究センター室長，2003年富山大学助教授，2006年同大学院理工学研究部助教授，2007年職名変更により准教授，現在に至る。無拘束生体計測及び福祉機器開発などの研究に従事。日本生体医工学会，IEEE EMBSなどの会員。



佐々木 和男 (ササキ カズオ)

1947年2月生。1971年富山大学大学院工学研究科修了，1983年医学博士，九州大学。1985年富山医科薬科大学助教授，1994年富山大学工学部教授，2006同大学院理工学研究部教授，現在に至る。生体医工学，本能及び情動行動の脳内機構の研究に従事。



日本生体医工学会，日本生理学会，日本及び北米神経科学学会，国際行動神経科学学会の会員。