

K-044

複数センサを用いた高齢者の生活見守りシステムとその応用 Study on watching System for Elder Person using Multiple Sensors

齋藤 敦史†
Atsushi Saitoh

1. はじめに

日本は超高齢社会となり^[1]、高齢者の介護問題や自立して生活する高齢者の孤独死など社会的な問題が後を絶たない。このような背景の中、高齢者の生活見守りシステムの開発が進められている。

我々は自立して生活しつつも健康に不安を抱えて生活する高齢者のみの家庭を対象とし、生活者の生活活動の有無、その内容を大まかに識別するシステムを提案してきた^[2]。同システムでは、我々の各種生活活動は生活空間に影響し、空間の諸量(温度、湿度、明るさ、ガス環境等)を変化させることに注目し、室内環境変動情報を複数のセンサで取得、処理することで大まかではあるが居住者の活動内容を把握することが可能である。

本報告では、室内環境変動情報を利用した生活見守りシステムを時間的にも場所としても高齢者の活動の中心となる居間のテーブルに設置し、健康維持上最も重要な食事活動の検出について検討した結果について述べる。食事活動の検出においては、ガスセンサからの情報、特に食物を口に運ぶ人の動きによって生じるガス環境の変動の特徴を利用することが重要であった。また、複数のガスセンサを適切な配置で用いることで食事活動の終了を検出できることを確認した。

2. 室内環境変動情報取得システム^[2]

居住者の生活活動の情報を含んでいる室内環境変動を測定するために室内環境変動情報取得システムを作製した。このシステムには表 1 に示すセンサが組み込まれている。

表 1 室内環境変動情報取得システムで用いられたセンサ例

センサ	型番	特徴
半導体ガスセンサ	TGS880	食事からのガス、またアルコールや方向に高い感度を示す。
	TGS800	水素、エタノール、イソブタン、一酸化炭素に高い感度を示し、タバコや一般的な空気質の汚れの検知に使用。
温度センサ	I03AT-2	熱時定数 $\tau = 15[s]$
湿度センサ	HS-15P	相対湿度センサ。 使用湿度範囲: 10%RH~90%RH
光センサ	CdS	暗抵抗: 1 M Ω

使用したセンサは、室内環境の内、ガス環境変動、温度

† 芝浦工業大学工学部通信工学科

変動、湿度変動、明るさの変化を検出するものであり、既に多くの家庭内にて使用されているものである。視聴覚情報を用いないため、プライバシー侵害のレベルは低いといえる。同システムでは居住者の嗜好や生活スタイルに合わせてセンサの変更が容易になるよう、各センサ素子は抵抗変化型センサを選び、これを RC 発振回路の一素子として組み込んでいる。このためセンサ出力は周波数変化量となり、簡易な計測器(パルスカウンタ)で測定可能であり、測定されたデータはデジタル値であるパルスカウント数となるため、A/D 変換は不要となる。回路全体が簡素であるため小型化に有効であるが、サンプリング周波数は 1Hz であるため、環境変動等、緩やかな変化の測定対象にのみ適用可能である。

同システムによる生活環境下での観光変動測定結果の一例を図 1 に示す。図 2 にはグラフ枠外下段に実際に生活活動が行われた時刻に合わせて矢印と活動内容を添えて示した。

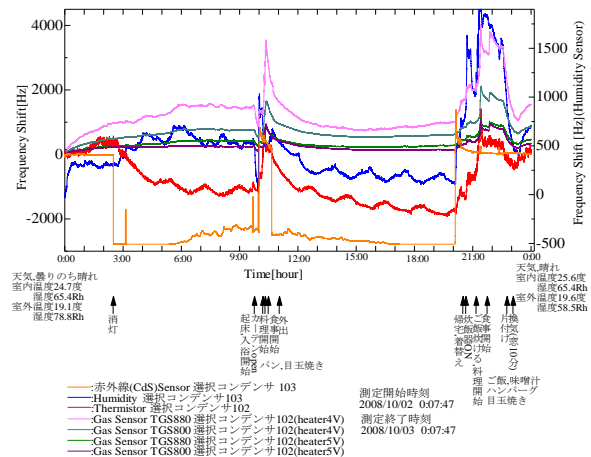


図 1 室内環境変動測定例

また、図 1 のような測定結果に対し、適切なデータ処理、具体的にはデジタルバンドパスフィルタ処理(301 点移動平均フィルタ、および後方差分処理)を施すことで、図 2 に示すように活動の発生時刻を明確にすることができる。この結果から発生時刻を中心に各センサにおいて時系列データを取り出し(発生時とその前後 150 秒の 3 点のデータ)、これらを要素とした多次元ベクトル(21 次元ベクトル)を活動ベクトルとした。このベクトルを各活動に対して生成し、多次元ベクトル処理手法の一つである SOM (Self Organizing Map) によりベクトルの類似性を強調したマップを作成した結果が図 3 である。同図より大まかではあるが生活活動の分類が可能であることがわかる。これは室内環境変動が生活活動の情報を含んでいることを示している。

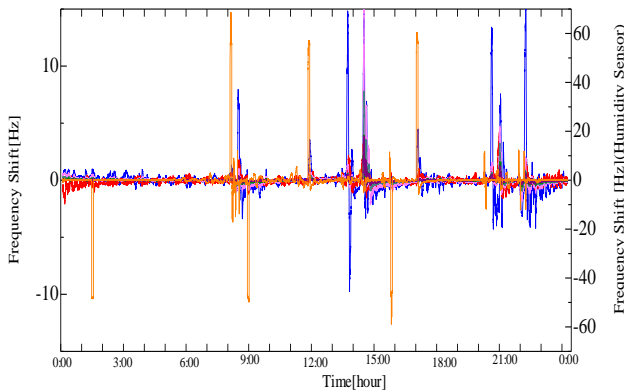


図 2 測定データのフィルタ処理結果

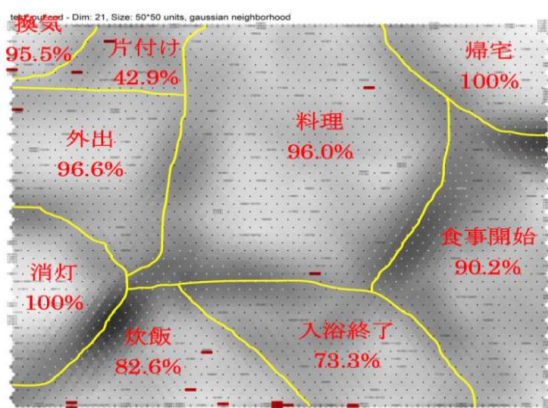


図 3 SOM による活動ベクトルの分類

3. テーブルにおける測定と食事活動の検出

高齢者は 1 日の多くの時間を居間等のテーブルにて費やすことが多いとのデータ^[1]から、テーブルに前述のシステムを配置し、テーブルで行われる活動を検出、認識することは生活見守りに有効であると考えられる。特に食事活動は健康維持において重要な活動であることから、同活動の検出を可能にする手法を検討した。食事活動においてはガスセンサからの情報が有効であることから、ガスセンサのみの応答を用い、これを情報処理することで食事活動の検出を試みた。検討の結果、ガスセンサの応答に対して以下の処理アルゴリズムを施すこととした。

- ・センサ応答の後方差分処理
- ・移動平均処理
- ・移動平均値を用いた食事活動の判断のしきい値設定
- ・しきい値と 2 次後方差分値との比較

実験結果より、後方差分値の分布はほぼ正規分布であり、正規分布の中心から離れたデータに活動の際のデータが多く見られたため、しきい値は 2 次後方差分値の標準偏差 S を求めて設定することとした。ただし、ここではより簡易な方法で求められるマンハッタン距離による S_M を用いた。 S_M を求める式を(1)式に示す。

$$S_M = \sum_{i=1}^N \frac{|x_i - \bar{x}|}{N} \quad \dots (1)$$

(1)式に示した S_M を 4 倍し、前述した“移動平均値を用いたしきい値”として設定している。式②中の x_i は時刻 i におけるセンサ応答の 2 次後方差分値、 \bar{x} は平均値、 N は計算に用いる 2 次後方差分値の個数である。

マルチバイブレータの発振周波数は活動が行われていないときは緩やかに変動するが、“食事”のように匂い物質が多く放出されるような活動を行った際には急激に変動することがわかっている。そのため、上記の“センサ応答の後方差分処理”を施すことで生活活動のような急激に室内の環境が変動する状態を顕著に抽出できる。前述した全ての処理はリアルタイムで施せるように、FPGA(Field-Programmable Gate Array)上に実装した。

上記情報処理手法を実装したシステムによる測定結果を図 5 に示す。ここではテーブルで行われる活動の例として「新聞を読む」、「食事をする」、「飲み物を飲む」の活動を行い、その際に生じる環境変動、特にガス環境の変動をガスセンサで測定し、前述の処理アルゴリズムを適用した。

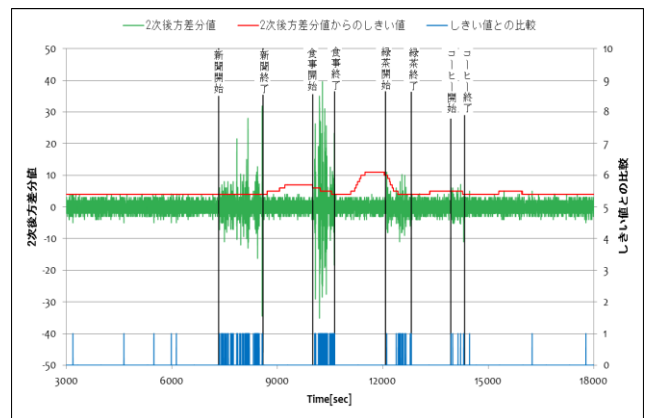


図 4 テーブルにおける測定結果と提案アルゴリズムによる食事活動検出結果

図中下段のプロット (第 2 縦軸) が食事活動の可能性があると判断された結果である。現時点では他の活動に対しても食事活動としての判断がなされているが、実際に食事をしている時間帯における判断の頻度が他の活動に対する頻度よりも高いことが認められた。この特徴を利用することで食事活動の検出が可能になるものと考えられる。

4. おわりに

本報告では室内環境変動情報を用いた生活活動見守り技術について述べた。また、その応用としてテーブルにおける食事活動検出について検討した結果を述べた。食事活動の検出においては、さらなる検討を要するものの、

参考文献

- [1] 内閣府：平成 26 年度高齢社会白書。
- [2] 平澤一樹，“室内環境変動測定に基づく居住者の生活活動の認識と認識精度向上のための局所情報取得方法”，電気学会 E 部門論文誌，Vol.131, No.6, pp.223-229, (2011)
- [3] 総務省 平成 23 年社会生活基本調査「生活時間に関する結果」